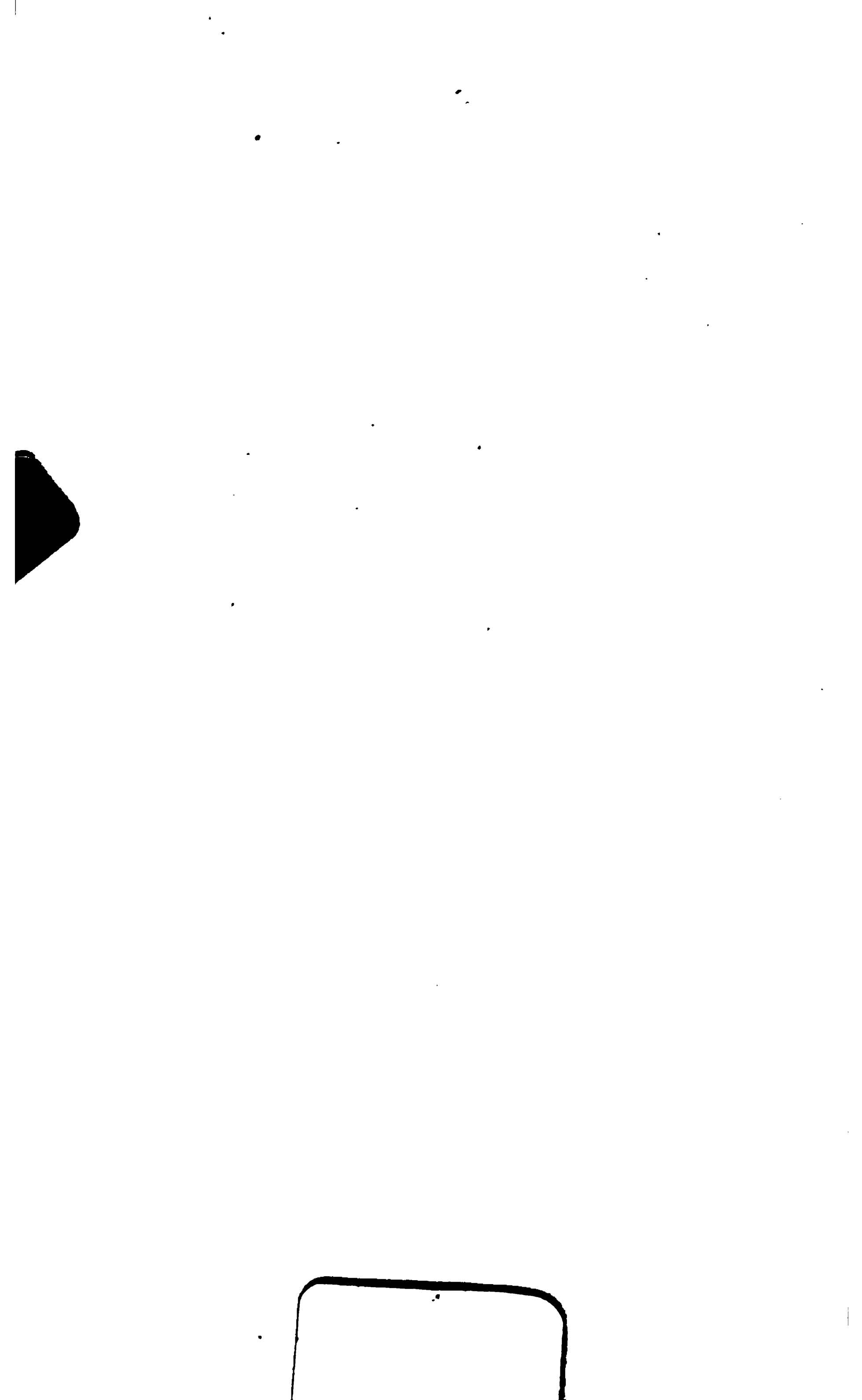
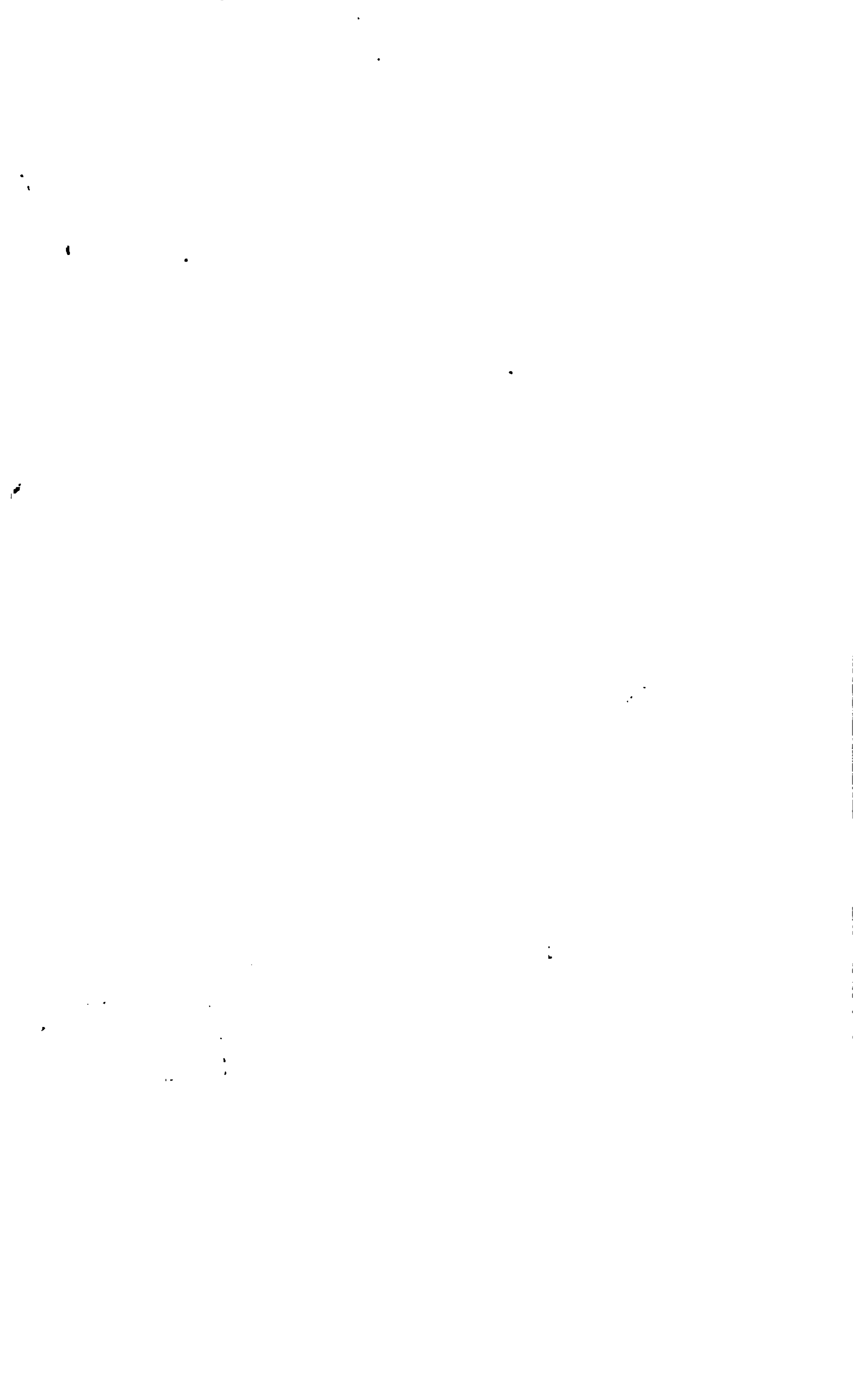
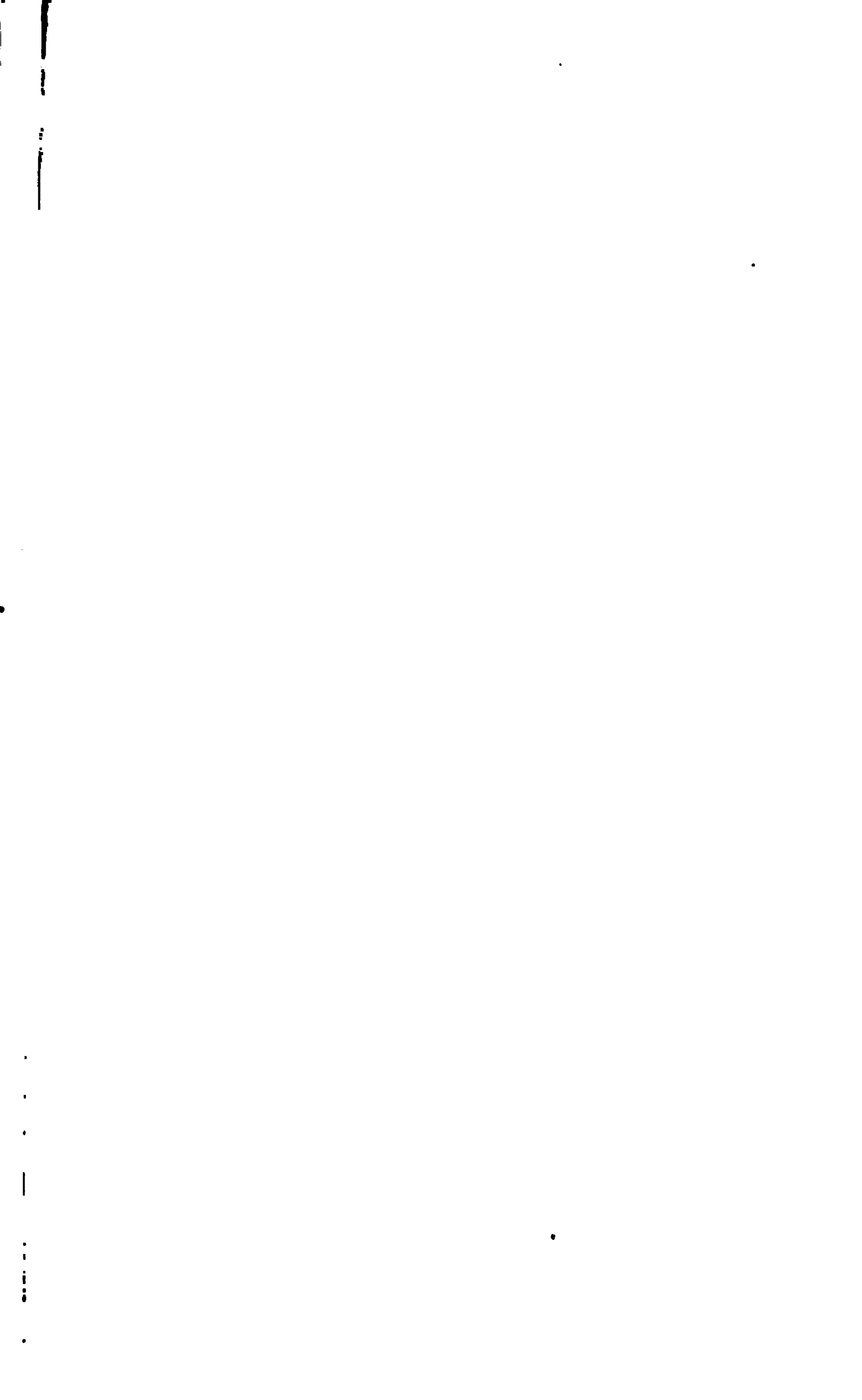

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06910199 0









MONOGRAPHIEEN

AUS DER

GESCHICHTE DER CHEMIE

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. GEORG W. A. KAHLBAUM

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT BASEL.

„Historische Studien gehören sehr wesentlich mit zur wissenschaftlichen Erziehung."
MACH, Prinzipien der Wärmelehre.

ERSTES HEFT.

LEIPZIG.

JOHANN AMBROSIUS BARTH.

DIE

EINFÜHRUNG DER LAVOISIER'SCHEN THEORIE IM BESONDEREN IN DEUTSCHLAND.

ÜBER DEN

ANTEIL LAVOISIER'S AN DER FESTSTELLUNG DER DAS WASSER ZUSAMMENSETZENDEN GASE.

VON

GEORG W. A. KAHLBAUM UND AUGUST HOFFMANN.



LEIPZIG.
JOHANN AMBROSIUS BARTH
1897.

Vorbemerkung.

Die „Monographien aus der Geschichte der Chemie“ wollen einem, wie es uns dünkt, vorhandenen Bedürfnis entgegenkommen.

Jahr um Jahr werden Gedenkblätter an diesen oder jenen Fachgenossen, auf dieses oder jenes chemische Ereignis herausgegeben, die alle wertvolles Material zu der ja noch immer nicht geschriebenen Geschichte unserer Wissenschaft beibringen. Lokale Erinnerungstage sind meist die äusserliche Veranlassung. Die Arbeiten finden eine örtliche Verbreitung, werden an ein paar Freunde versandt und — werden vergessen.

Spätere Forscher, denen das Zusammengetragene als nützliche Bausteine dienen könnte, kennen die Arbeiten dann entweder überhaupt nicht oder sie suchen dieselben vergebens.

Wer andererseits selbständige, historische Studien treibt, der findet, sobald es sich um ausgedehntere Arbeiten handelt, nicht leicht ein Organ für die Veröffentlichung; was davon erscheint, ist meist so gut wie begraben in den Berichten, Mitteilungen oder Verhandlungen der, über unser ganzes Vaterland verbreiteten, naturwissenschaftlichen Vereine oder Gesellschaften. Ja, wir möchten glauben, dass manch einer von der Bearbeitung

Vorbemerkung.

Die „Monographien aus der Geschichte der Chemie“ wollen einem, wie es uns dünkt, vorhandenen Bedürfnis entgegenkommen.

Jahr um Jahr werden Gedenkblätter an diesen oder jenen Fachgenossen, auf dieses oder jenes chemische Ereignis herausgegeben, die alle wertvolles Material zu der ja noch immer nicht geschriebenen Geschichte unserer Wissenschaft beibringen. Lokale Erinnerungstage sind meist die äusserliche Veranlassung. Die Arbeiten finden eine örtliche Verbreitung, werden an ein paar Freunde versandt und — werden vergessen.

Spätere Forscher, denen das Zusammengetragene als nützliche Bausteine dienen könnte, kennen die Arbeiten dann entweder überhaupt nicht oder sie suchen dieselben vergebens.

Wer andererseits selbständige, historische Studien treibt, der findet, sobald es sich um ausgedehntere Arbeiten handelt, nicht leicht ein Organ für die Veröffentlichung; was davon erscheint, ist meist so gut wie begraben in den Berichten, Mitteilungen oder Verhandlungen der, über unser ganzes Vaterland verbreiteten, naturwissenschaftlichen Vereine oder Gesellschaften. Ja, wir möchten glauben, dass manch einer von der Bearbeitung

einer reizvollen, historischen Aufgabe zurückgehalten wird, weil er nicht recht weiss, wohin später damit.

Und doch ist die Wichtigkeit historischer Forschung auch für die Naturwissenschaften längst erkannt, ist der historische Sinn in unserem Volke zweifellos im Wachsen und sind der Arbeiter so viele, dass auch für solche Filigranarbeit wissenschaftlicher Forschung es nicht an schaffensfreudigen Werkgenossen fehlen dürfte! —

Den gerügten Mängeln wollen die „Monographien" abhelfen; in zwanglosen Heften, dem Bedürfnis entsprechend, sollen sie erscheinen, über das ganze weite Gebiet unserer mehrtausendjährigen Wissenschaft sich verbreitend, gesammelt von dem Herausgeber, der sich durch dauernde Arbeit gerad' auf dem Felde historisch chemischer Forschung dazu nicht ganz unberechtigt glaubt.

Basel, am Neujahrstag 1897.

Georg W. A. Kahlbaum.

Einleitung.

Es hat sich im allgemeinen die Anschauung festgesetzt, dass die Lehren LAVOISIER's in Deutschland besonders langsam nur und durch nationalen Widerwillen zurückgestossen, sich Anerkennung verschaffen konnten.

Diese Ansicht ist hervorgerufen im besonderen wohl dadurch, dass der unvergleichliche HERMANN KOPP in seiner „Geschichte der Chemie“ sich in diesem Sinne ausspricht. Die betreffende Stelle findet sich im ersten Bande seines Werkes und lautet auf Seite 341 folgendermassen:

„Diese (quantitative) Richtung zur Anerkennung zu bringen, hielt gerade in Deutschland schwerer als in jedem der anderen Länder, wo damals die Chemie mit Eifer getrieben wurde. Die Anerkennung der quantitativen Untersuchungsweise als des wichtigsten Forschungsmittels für die Chemie schloss notwendig die Annahme der antiphlogistischen Theorie, die Verwerfung der Phlogistonhypothese ein; in keinem anderen Lande aber war die Phlogistontheorie so allgemein bekannt, so bei den Chemikern beliebt, als in demjenigen, wo sie zuerst aufgestellt, wo sie vorzüglich ausgebildet worden war. Anhänglichkeit an das hergebrachte System und nationales Vorurteil vereinigten sich, um gegen jede Neuerung in der Verbrennungstheorie Widerstand zu leisten; schon nachdem LAVOISIER's Ansichten sich in Frankreich zur allgemeinen Geltung erhoben

hatten, nachdem auch in anderen Ländern die bedeutenderen Chemiker ihnen beigetreten waren, dauerte in Deutschland der Kampf noch fort, welchen die Anhänger der STAHL'schen Lehre mit Hartnäckigkeit aufrecht hielten; erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, ein Jahrzehnt später als in Frankreich, wird die antiphlogistische Theorie in Deutschland zur herrschenden; in dieser Zwischenzeit mühten sich ausgezeichnete Kräfte vergebens ab, die Phlogistontheorie zu halten, oder mit der neuen Lehre zu vermitteln, und in diese wenigstens den Begriff und den Ausdruck Phlogiston überzuführen."

Diese Ansicht hat sich dann bei LADENBURG in seinen „Vorträge über die Entwickelungsgeschichte der Chemie" am Schlusse der ersten Vorlesung zu folgender Form ausgewachsen: „Besonders in Deutschland bedurfte es sehr langer Zeit, bis die LAVOISIER'schen Ansichten durchdrangen. Unsere Vorfahren stiessen die aus dem revolutionären Frankreich kommenden Ideen leider zurück — sie bekämpften sie und erst spät lernten sie einsehen, was sie von sich gewiesen hatten."

Das völlig Unrichtige in der Behauptung LADENBURG's liegt für jeden, der nur einige Kenntnis des deutschen Volkscharakters hat, auf der Hand. Wann jemals ist auswärtiges Herkommen für die Aufnahme in Deutschland ein Hindernis gewesen?! Und gar die Ideen, die der französischen Revolution entsprangen, wo sind diese begeisterter aufgenommen worden als gerad' in Deutschland! —

Aber auch KOPP, die Quelle LADENBURG's, ist in diesem Falle im Unrecht. Nur einmal, nur bei WESTRUMB, findet sich der nationale Standpunkt betont, und auch mit seinen anderen Anschauungen ist KOPP im Irrtum.

Die phlogistische Chemie ist zur Zeit des Auftretens von LAVOISIER in allen Ländern gleicher Weise in vollster schrankenlosester Geltung gewesen; nirgends findet sich auch nur ein nennenswerter Chemiker, der nicht zur Gefolgschaft STAHL's gehört hätte.

Und auch den Ton legt KOPP hier auf etwas Falsches. Nicht die Einführung der quantitativen Betrachtungsweise war es, der sich der grösste Widerstand entgegenstemmte; war doch die Zunahme des Gewichts der Metalle bei der Verkalkung

schon vor LAVOISIER bekannt gewesen, und war die Schwere als unerlässliches Attribut jeglicher Materie noch keineswegs durchgehends anerkannt, so dass ein Betonen dieser die Gemüter auch noch nicht einmal erregte! —

Gerade den entgegengesetzten Standpunkt wie KOPP vertritt DUMAS in seiner „Philosophie chimique", wenn er p. 203 schreibt: „Rien ne peut aujourd'hui nous donner une idée de l'enthousiasme avec lequel l'Europe savante accueillit les opinions de LAVOISIER . . . und . . . les partisans les plus rebelles de l'ancienne Chimie, reconnaissant bientôt toute la supériorité des nouvelles opinions, s'empressaient de les adopter à leur tour . . ."

Auch diese Darstellung deckt sich nicht mit den Thatsachen.

Es stand daher schon lange auf meinem Programm, diesen so wichtigen Abschnitt aus der Geschichte unserer Wissenschaft, wenn ich das in einem allerdings nicht ganz korrekten Bilde geben darf: die Wehen bei der Geburt der modernen Chemie aus dem Geiste LAVOISIER's, authentisch darzustellen. Mit aufrichtiger Freude begrüsste ich es deshalb, als ein jüngerer Fachgenosse mit der Bitte, ihm ein historisches Thema zur Bearbeitung zuzuweisen, an mich gelangte.

Wir haben dann, zunächst in wiederholtem Gedankenaustausch und darauf in stetiger gemeinschaftlicher Arbeit unser Thema um Ostern 1894 begonnen und in der Zeit vom April 1895 bis zum Mai 1896 gemeinsam vollendet. Das Resultat legen wir hier vor.

Die Arbeit kennzeichnet sich, — und das soll zuerst betont werden, — durchaus als Quellenforschung. Es wurde die ganze, irgendwie erreichbare Litteratur der damaligen Zeit durchforscht; das beigegebene Litteraturverzeichnis der bearbeiteten Quellen giebt darüber eingehende Auskunft. Anderweitige Darstellungen wurden erst, nachdem aus dem Quellenstudium sich eine selbständige Auffassung entwickelt hatte, zu Rate gezogen. Das geschah schon aus dem Grunde, um sich von der sonst schwer zu vermeidenden Beeinflussung frei zu halten.

Erst nachdem die gesamte zeitgenössische Litteratur ex-

cerpiert war, wurde an die Darstellung gegangen, die in der Weise unternommen wurde, dass zuerst die Ansichten vor LAVOISIER, wie sie im siebenten und achten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts Geltung hatten, dargestellt und gewertet wurden. Dann folgt eine Darstellung der LAVOISIER'schen Theorie bis zum Jahre 1786, also bis zu dem Jahre, in dem LAVOISIER zuerst energisch gegen das STAHL'sche System mit seinen „Réflexions sur le Phlogistique“ auftritt und bis zur ersten Bekanntgabe seiner neuen Nomenklatur (1787).

Die Aufnahme, die diese Arbeiten in Deutschland, Frankreich, England u. s. w. fanden, schliesst sich daran; dann folgt die Darstellung des Vorschlages einer neuen Nomenklatur und des Kampfes, der um dieselbe alsbald überall entbrannte. Noch während des Tobens dieses Kampfes erscheint der „Traité élémentaire“ und damit die erste Gesamtdarstellung des neuen Systems.

Die Aufnahme, die dieser fand, wird dann geschildert und führt zu dem Schluss, dass etwa mit dem Jahre 1795 die neue Theorie als auf der ganzen Linie siegreich anerkannt werden muss.

Zur Erlangung des nötigen litterarischen Materiales haben wir die Hilfe der Bibliotheken in Bamberg, Berlin, Bernburg, Bonn, Erlangen, Genf, Giessen, Göttingen, Greifswald, Halle, Jena, Kiel, Leipzig, London, Marburg, München, Nürnberg, Paris, Strassburg, Wien und Zürich in Anspruch nehmen müssen.[1]) Dieselbe ist uns von all' diesen Orten in so liebenswürdiger und zuvorkommender Weise geworden, dass wir nicht genug des Dankes den verehrten Leitern all' dieser Institute aussprechen können.

Vor allem aber war es die Baseler Universitätsbibliothek, die uns mit ihren fast nie versagenden Schätzen durch die

[1]) Leider verbieten die Satzungen der nichtdeutschen Bibliotheken den Versand von Werken ins Ausland. Es hat sich das für uns besonders bei einem Falle mit Paris und bei einigen englischen Büchern sehr unliebsam geltend gemacht. Wir haben da auf das Beschaffen von Werken verzichten müssen, deren Kenntnisnahme für uns von grosser Wichtigkeit gewesen wäre.

Güte des Herrn Oberbibliothekar Dr. C. Ch. Bernoulli in so liberaler Weise zur Verfügung gestellt wurde, dass es uns nicht nur Form, sondern aufrichtiges Bedürfnis ist, Herrn Oberbibliothekar Dr. Bernoulli öffentlich und ausdrücklich unseren aufrichtigen Dank auszusprechen. Ohne das Entgegenkommen des Herrn Dr. Bernoulli wären wir durchaus ausser Stande gewesen, die Arbeit in der Weise durchzuführen, wie wir es uns vorgenommen und, wir hoffen es, auch erreicht haben.

Zu ganz besonderem Danke sind wir neben den anderen Herren auch noch Herrn Bibliothekar Dr. H. Binz in Basel verpflichtet, der uns stets fort bei unseren vielen Anliegen in liebenswürdigster Weise entgegenkam.

Georg W. A. Kahlbaum.

Um nicht bei jedem Male den ganzen langen Titel einer citierten Arbeit niederschreiben zu müssen, haben wir in den zu den Citaten gehörigen Anmerkungen ein L mit einer Zahl dahinter in Klammern beigefügt; es bedeutet das diejenige Zahl, unter welcher sich das Werk in dem Litteraturverzeichnis (L) angegeben findet.

Da bekanntlich bei den Lavoisier'schen Arbeiten, soweit sie in den Denkschriften der Pariser Akademie erschienen, Jahr der Abfassung, Jahr des Druckes und Jahrgang, in dem sie Aufnahme gefunden haben, sich niemals decken, so haben wir am Schluss noch ein Verzeichnis der Lavoisier'schen Arbeiten, mit Angabe der betreffenden Jahreszahlen zur besseren Orientierung beigefügt.



I.

Über die Einführung der LAVOISIER'schen Theorie, im Besonderen in Deutschland.

Einen gewaltigen Wendepunkt in der Entwickelung der Chemie bildet die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts. Bis dahin hatte, seit dem Auftreten des PARACELSUS so gut wie unbeschränkt die medizinische Chemie geherrscht; damals galt als Aufgabe der Chemie das Herstellen von Medikamenten. Das wird nun anders, und in diesem Richtungswechsel wird im Allgemeinen die Bedeutung des Umschwunges gesehen.

Uns erscheint das nicht ganz richtig. Wenn man die Fortschritte, die die Chemie bis dahin gemacht hatte, aufzählen will, so wird man sich darauf beschränken müssen, neu entdeckte Verbindungen zu nennen oder die neue Anwendung schon bekannter Stoffe hervorzuheben; anders von dem Zeitalter, von dem wir sprechen, und das eingeleitet wird durch JOHANN JOACHIM BECHER.[1])

Es dürfte schwer sein, für BECHER die Erstdarstellung irgend eines wichtigeren chemischen Stoffes nachzuweisen, oder, wie etwa die Einführung der Quecksilber- und Antimonpräparate durch PARACELSUS, für ihn eine wesentliche Bereicherung des Arzneischatzes in Anspruch zu nehmen und doch ist er in seiner Bedeutung für die Entwickelung der Chemie einem

---

[1]) geb. Speyer 1635, gest. London 1682.

van Helmont, einem Glauber, einem Kunkel, einem Boyle, einem Mayow bei weitem voranzustellen. Der Grund davon liegt darin, dass seine theoretischen Anschauungen, obgleich noch an die älteren sich hart anlehnend, bei weitem tiefer greifende, eingehendere und ausbildungsfähigere waren als die aller seiner Vorgänger, Boyle etwa ausgenommen. Boyle aber, dessen Anschauungen sich in der That den unsrigen in hohem Grade nähern, blieb ohne Einfluss, er stand zu hoch über seinen Zeitgenossen.

Und gerade darin liegt unserer Ansicht nach die Bedeutung dieses Wendepunktes in unserer Wissenschaft, dass es zum ersten Male theoretische Anschauungen sind, die denselben bedingen; gerade darin liegt auch der Unterschied gegenüber allen früheren Richtungswechseln in der Geschichte der Chemie.

In seinen verschiedenen Werken, — für seine theoretischen Anschauungen sind die wichtigsten Actorum Laboratorii chymici Monacensis seu Physicae subterraneae libri duo (1669) und Alphabetum minerale seu viginti quatuor theses Chymicae (1682) — legt Becher seine Anschauungen nicht immer ganz klar und nicht immer ganz in der gleichen Weise dar; sie haben offenbar im Laufe der Zeit Änderungen erfahren; doch lassen sich die Grundpfeiler derselben ungefähr in folgender Weise aussprechen:

Die unorganische Welt, die als die subterrane bezeichnet wird, ist aus zwei entfernteren Bestandteilen, Wasser und Erde zusammengesetzt; diese beiden bilden drei Erdarten, die terra prima, fusilis seu lapidea, die terra secunda, pinguis und die terra tertia, fluida. — Von diesen dreien ist die terra secunda, die terra pinguis, die wichtigste geworden; sie bildete den Ausgangspunkt für die phlogistische Theorie, die von dem Schüler Becher's Georg Ernst Stahl[1]) aufgestellt wurde. Wir sagen mit Überlegung „aufgestellt“, denn wohl hat Stahl Einzelnes direkt von Becher übernommen; so seine Lehre von dem ganzen brennbaren Prinzip, das sich mit Becher's terra pinguis deckt, so seine Lehre von der Zusammensetzung des Schwefels, die genau übereinstimmt mit dem, was Becher in der Physica subterranea lehrt: „Sulfur constat ex sale acido

---

[1]) geb. Ansbach 1660, gest. Berlin 1734.

et nostra secunda terra" [1]) und „Si terra pinguis cum sale acido permiscetur, sulfur fit" [2]) u. a. mehr, aber Aufbau wie Ausbau des ganzen Systems gehört doch STAHL und ihm allein an, und nur ein Zeichen seines bescheidenen Charakters ist es, wenn er beständig wiederholt: „Becheriana profero." [3])

Bei STAHL treten die terra prima und die terra tertia BECHER's vollständig in den Hintergrund, wenn er sich auch von ihrer Annahme nicht durchaus frei machen kann; sein Hauptaugenmerk lenkt er, wie wir dies schon oben erwähnt haben, der brennbaren Erde, dem „principium inflammabile seu Phlogiston," wie er sie nennt, zu. Dieses Prinzip bildete den gemeinsamen Ausgangspunkt für die Erklärung einer ganzen Reihe zusammengehöriger Erscheinungen, die man bisher von den verschiedensten Gesichtspunkten aus betrachtet hatte, soweit man sich überhaupt an eine Erklärung derselben wagte. Hierin liegt auch der bedeutendste Fortschritt, den die Chemie mit der Aufstellung der Phlogistontheorie gemacht hat, dass ihr durch dieselbe eine wissenschaftliche und systematische Grundlage gegeben werden konnte.

Die hervorragendste Eigenschaft des Phlogistons war, wie dies ja schon der Name ausdrückt, die der Verbrennlichkeit. [4]) Nach STAHL'scher Lehre kann ein Körper nur so lange brennen, als er Phlogiston enthält, dieses entweicht bei dem Verbrennen und ein nichtbrennbarer Körper bleibt zurück. Die hierbei auf-

---

[1]) Phys. subterr. Bd. II p. 70 (L 1) 1669.

[2]) a. a. O. p. 71.

[3]) Über die Phlogistontheorie haben sich neuerer Zeit verbreitet: CHEVREUL (Journ. d. savants 1851 p. 160 f., 1856 p. 97 f. Paris. Compt. Rend. T. 67 1861 p. 504 f.), RODWELL (Phil. Mag. 4 S. Vol. 35, 1868, p. 1 f.). Mit den herrschenden Anschauungen suchten die Phlogistontheorie in Verbindung zu bringen: ST. CLAIRE DEVILLE (Compt. Rend. T. 50 1860 p. 584 f.) und ODLING (On the revived theory of Phlogiston in the Chemical News Vol. 23. 1871 p. 243, 256. Auszug hiervon Deutsch. chem. Gesellsch. Ber., Bd. IV. 1871 p. 421 f.)

[4]) In dem Sinne von „brennbar" wird das Wort φλογιστός zuerst von SENNERT (De chymicorum cum Aristotelicis et Galenicis consensu et dissensu T. I p. 214, Lyon 1676) gebraucht und auch bei BECHER kommt es in diesem Sinne vor (Suppl. sec. in Phys. subterr. p. 768 „Sulphur phlogiston".)

tretenden Lichterscheinungen suchte sich STAHL durch die Annahme zu erklären, dass beim Entweichen des Phlogistons dieses in Schwingungen versetzt und hierdurch Feuer erzeugt werde. Wie die brennbaren Körper als aus Plogiston und einer Basis, die nach dem Verbrennen unbrennbar zurückbleibt, zusammengesetzt angesehen wurden, so wurden auch die Metalle als aus Phlogiston und den durch Erhitzen aus denselben erhaltenen, durch Wärme nicht mehr veränderbaren Metallkalken (den Metalloxyden) bestehend betrachtet. Erst durch Wiederersetzen des abgegebenen Phlogistons konnte nach STAHL's Lehre der Metallkalk in Metall zurückverwandelt werden und dies geschah auch wirklich, wie die Erfahrung zeigte, durch Zufuhr eines sehr phlogistonreichen Körpers, als welchen man, ihrer fast vollständigen Verbrennlichkeit wegen, die Kohle auffasste.

Die Annahme der Zusammensetzung des Schwefels aus Schwefelsäure und brennbarem Wesen, wie sie BECHER lehrte, stand in vollem Einklang mit den übrigen Ansichten STAHL's und wurde auch von diesem, wie erwähnt, unverändert in seine Theorie aufgenommen.[1] Auch die Vorstellung STAHL's von der Natur des Phlogistons ist noch ganz analog den Anschauungen seines Lehrers; er glaubt es als eine äusserst feine Erde betrachten zu müssen, die sich unter gewissen Umständen aus den entzündlichen Körpern in Gestalt von Russ abscheiden lasse, aber in vollkommen reinem Zustande wegen ihres überaus starken Bestrebens, sich mit andern Körpern zu verbinden, niemals dargestellt werden könne.[2]

Das etwa können wir als die Grundzüge der Phlogistontheorie STAHL's bezeichnen, die sich bald nach ihrer Aufstellung über alle Länder verbreitete, in kurzer Zeit von fast allen Chemikern angenommen wurde und über ein halbes Jahrhundert hindurch die chemische Wissenschaft vollständig

---

[1]) Diese Ansicht unterstützt STAHL auch noch durch seine vermeintliche Synthese des Schwefels, die er dadurch ausgeführt zu haben glaubt, dass er Schwefelsäure an Alkali gebunden mit Kohle glühte und aus dem Reaktionsprodukt durch Säuren reinen Schwefel ausschied. (Opusc. chem. phys. med. p. 142 f. u. 299 f.) (L 4) 1715.

[2]) Opusc. chem. phys. med. p. 310 (L 4) 1715.

beherrschte. Wohl bewirkten die Fortschritte in der praktischen Chemie, die seit der Aufstellung der Phlogistontheorie gemacht wurden, im Laufe der Jahre mannichfaltige Abänderungen derselben, aber in ihrer charakteristischen Eigenschaft, der Voraussetzung eines eigenen brennbaren Prinzipes in den verbrennlichen Körpern, in dem Schwefel und in den Metallen blieb dieselbe bis zu ihrer Verdrängung durch die Theorie LAVOSIER's die gleiche.

Die Leichtigkeit, mit welcher sich unter Zuhilfenahme des Phlogistons die Verbrennungserscheinungen erklären liessen, gaben Veranlassung dazu, auch andere Erscheinungen, über die man sich bisher keinen Aufschluss zu geben vermochte, auf Wirkungen dieses Prinzipes zurückzuführen. Die Beobachtung, dass Metalle beim Entweichen des brennbaren Wesens ihren Metallglanz und ihre Dehnbarkeit einbüssten, führte dazu, dem Phlogiston auch diese Eigenschaften der Metalle zuzuschreiben. Die Erkenntnis, dass Luft, in welcher phlogistische Prozesse, wie man die Verbrennung, Metallverkalkung und Atmung nannte, stattgefunden hatten, zum Atmen weniger tauglich war als vorher, wurde ebenfalls durch den Gehalt derselben an Phlogiston erklärt und die so veränderte Luft deshalb als „phlogistisierte“ bezeichnet. Durch ähnliche Betrachtungen kam man zu der Vorstellung, dass das Phlogiston auch als Träger der Farben, des Geruches, des Geschmackes und vieler anderer Eigenschaften aller Körper, nicht nur der verbrennlichen, aufgefasst werden müsse.

Tiefer greifend als diese Ausdehnung des Begriffes Phlogiston waren die Änderungen, die die Phlogistontheorie durch die pneumatischen Arbeiten von BLACK [1]) und die Entdeckung des Wasserstroffes durch CAVENDISH [2]) erfuhr, und diejenigen, die an ihr vorgenommen wurden, als man allmählich begann, den Gewichtsverhältnissen grössere Aufmerksamkeit zu schenken, als dies bisher der Fall war.

---

[1]) Experiments upon magnesia alba, quicklime and other alkaline substances Edinbr. Physical and Literary Essays 1755.
Geb. Bordeaux 1728, gest. Edinburgh 1799.

[2]) Experiments on factious air Phil. Transact 1766.
Geb. Nizza 1731, gest. London 1810.

In dem Wasserstoff hatte man einen brennbaren Körper kennen gelernt, der scheinbar aus den Metallen erhalten werden konnte und diese in verkalktem Zustande zurückliess, der aber nicht, wie man bisher für brennbare Stoffe vorausgesetzt hatte, erdiger, sondern gasförmiger Natur war. Ferner zeigte er die nur für phlogistonreiche Körper gültige Eigenschaft, pie Metallkalke wieder in ihren ursprünglichen metallischen Zustand zurückzuverwandeln, und doch konnte man in ihm, als einem noch dünneren Körper als Luft, keinen Gehalt an erdigem Prinzip annehmen. Diese Schwierigkeiten glaubte der englisch-irische Chemiker RICHARD KIRWAN [1]) am besten dadurch beseitigen zu können, dass er den Wasserstoff selbst als Phlogiston im befreiten Zustande auffasste, dessen genaue Erkennung STAHL noch nicht möglich gewesen wäre. [2])

Dem Beispiele KIRWAN's folgend, bestrebten sich die meisten Chemiker die neueren Entdeckungen mit der alten Phlogistontheorie zu vereinigen, und dies gab Veranlassung zur Aufstellung einer ganzen Reihe sogenannter verbesserter STAHL'scher Systeme.

Es würde uns für die vorliegende Arbeit, die nur die Verdrängung der phlogistischen Anschauungen durch LAVOISIER näher behandeln soll, viel zu weit führen, die Weiterentwickelung der STAHL'schen Theorie in alle Einzelheiten zu verfolgen und alle Änderungen, die ein MACQUER, SCHEELE, BERGMANN und viele andere vornahmen, einer eingehenden Betrachtung zu unterziehen; wir glauben vielmehr, uns daran genügen lassen zu können, nur eines dieser verbesserten STAHL'schen Systeme herauszugreifen, um an ihm die Übereinstimmungen und Veränderungen zwischen der ursprünglichen Phlogistontheorie und derjenigen, wie sie gegen LAVOISIER von den Phlogistikern vertreten wurde, zu zeigen. Wir haben tür diesen Zweck die Darstellung des Apothekers JOH. CHRIST. WIEGLEB [3]) gewählt, die dieser als Beweis gegen die Richtigkeit der anti-

---

[1]) geb. 1735 Irland, gest. 1812 Dublin.

[2]) Experiments and Observations on the specific gravities, and attractive powers of various saline substances 1780. Phil. Transact 1781 p. 7—41 u. 1782 p. 179—236. Übersetz. v. CRELL 1783 (L 20).

[3]) geb. 1732 u. gest. 1800 in Langensalza.

phlogistischen Theorie im Jahre 1791, also zu einer Zeit, wo auch in Deutschland sich Vertreter der beiden Parteien gegenüberstanden, veröffentlichte [1]). Natürlich haben auch auf WIEGLEB's Anschauungen die Arbeiten LAVOISIER's ihren Einfluss ausgeübt, doch zeigen dieselben genau, wie man durch kleine Verschiebungen, die man mit dem Begriff Phlogiston vornahm, sich über alle Schwierigkeiten, die der STAHL'schen Theorie in den Weg gelegt wurden, hinweghelfen zu können glaubte, und wie hierdurch das Phlogiston im Laufe der Zeit etwas ganz anderes wurde, als es ursprünglich war.

WIEGLEB hält fest an der Ansicht STAHL's, dass in allen verbrennlichen und vielen unverbrennlichen Körpern, sowie in den Metallen ein eigener brennbarer Grundstoff enthalten sein müsse, der bei der Verbrennung und bei der Verkalkung der Metalle entweiche, hält aber auch im Gegensatz zu STAHL mit KIRWAN das Phlogiston für einen leicht in Luftform darstellbaren Körper, der mit Wasser und Feuerstoff verbunden, als entzündbare Luft erscheine. Er folgt der ursprünglichen Phlogistontheorie noch streng in der Annahme, dass Phosphor und Schwefel, aus Phosphor- bezw. Schwefelsäure mit brennbarem Wesen verbunden zusammengesetzt seien und ändert sie in betreff der Bestandteile der Kohle den neueren Entdeckungen entsprechend dahin ab, dass er diese als aus Phlogiston mit Luftsäure zusammengesetzt betrachtet.

Von den durch die neueren Arbeiten erst bekannt gewordenen Luftarten sagt WIEGLEB: „Die phlogistische Luft entsteht durch den Zusammentritt von Lebensluft mit brennbarem Wesen, die beide eine starke Anziehungskraft auf einander haben; über die Lebensluft lässt sich, da sie ihrem Wesen nach noch zu wenig bekannt ist, nur die Vermutung aussprechen, dass sie vielleicht aus dem reinsten Wasserstoffe — unter dem WIEGLEB aber nicht das Hydrogenium LAVOISIER's verstand — mit der reinsten Feuermaterie verbunden bestehe.“ [2]) Über die Luftsäure oder fixe Luft enthält er sich jedes Urteils, da sie noch zu unbekannt sei.

Angeregt durch die bereits in Fluss gekommene Frage nach

---

[1]) CRELL, Annal. 1791 Bd. II. p. 387—469 (L 258).

[2]) CRELL, Annal. ebenda p. 392—393.

den quantitativen Beziehungen der Stoffe zu einander, spricht WIEGLEB dem Phlogiston negative Schwere zu. Er sagt hierüber; „Dies Wesen ist viel leichter als die Luft, also das allerleichteste Wesen unter allen. Alle mit diesem Grundstoff verbundenen Körper verlieren nach Verhältnis der Menge desselben einen Teil ihrer positiven Schwere, dagegen werden alle Körper schwerer, wenn ihnen dieser Grundstoff entzogen wird.“ [1])

Bei den Darstellungen der Geschichte des phlogistischen Zeitalters findet sich fast immer ausdrücklich hervorgehoben und betont, dass es ganz unbegreiflich sei, wie man während all' der Zeit die Betrachtung der quantitativen Verhältnisse so vollständig habe ausser Acht lassen können, da eine solche die Unhaltbarkeit der ganzen Theorie ohne weiteres hätte ergeben müssen. [2]) Diese scharfe Verurteilung der ganzen phlogistischen Richtung vermögen wir nicht zu teilen, denn sie setzt voraus,

---

[1]) CRELL, Annal. 1791 Bd. II. p. 392.

[2]) z. B.:

ERNST v. MEYER, Geschichte der Chemie (L 446) p. 85: „Die Aufstellung und Ausbildung der phlogistischen Lehren war nur infolge der ärgsten Vernachlässigung der quantitativen Verhältnisse möglich. Selbst scharfsinnige Denker, welche durch Beobachtung der bei der Verkalkung der Metalle stattfindenden Gewichtszunahme in scharfen Widerspruch mit der phlogistischen Ansicht hätten geraten müssen, wussten der einzig richtigen Auffassung jenes Vorganges durch geschraubte Erklärungsweisen aus dem Wege zu gehen. Diese Verblendung der Geister durch eine irrige Theorie infolge der Abwehr aller der Umstände, welche zu ihrer Beseitigung hätten beitragen müssen, ist dem Zeitalter der phlogistischen Chemie eigentümlich.“

HÖFER, Histoire de la Physique et de la Chimie (L 441) p. 466: „La fameuse théorie Stahlienne repose donc sur une illusion, sur une erreur statique, puisque le phlogistique est supposé faire l'office d'un aërostat. Ses partisans semblaient ignorer que tout corps matériel est pesant et que le phlogistique (en admettant son existence) doit, ainsi que l'air inflammable avec lequel il fut identifié, occuper un espace moins grand à l'état de combinaison, qu'à l'état de liberté.“

Selbst LIEBIG, dessen Urteil über die phlogistische Theorie keineswegs ungünstig lautet, scheint uns auf das damals durchaus entschuldbare Nichtbeachten der Schwere nicht genügend Nachdruck zu legen, wenn er im dritten seiner chemischen Briefe (L 438) p. 39 sagt: „Der Mangel an Kenntnis der Geschichte ist der Grund, warum man häufig auf die zweite Periode der Chemie, auf die phlogistische, mit Geringschätzung, ja mit einer Art von Verachtung zurückblickt. Unser Dünkel

dass Becher, Stahl und seine Anhänger in Bezug auf die Schwere vollkommen den gleichen physikalischen Anschauungen gehuldigt hätten, wie wir es heute thun. Das war aber keineswegs der Fall und damit wird denn auch die ganze überlegene Ablehnung des phlogistischen Systemes, die aus der Nichtbeachtung der Gewichtsverhältnisse abgeleitet wird, hinfällig.

Diese unsere Ansicht bestätigt auch sehr deutlich der ältere Spielmann,[1]) Prof. der Chemie in Strassburg, wenn er in seinen 1763 verfassten Institutiones chemiae sagt: „Da bis jetzo die wahre Ursache der Schwere den Physikern noch unbekannt ist, so unterstehe ich mich nicht, von dem unter der Kalcination zunehmenden Gewicht des Bleis einen Grund anzugeben“.[2])

Das Betonen der Gewichtsverhältnisse bei dem Betrachten der Körperwelt setzt voraus, dass die Schwere ein notwendiges Attribut aller Stoffe sei; diese Voraussetzung ist aber erst durch Newton und sein Gravitationsgesetz, dessen endgiltigen Beweis er 1687 in seiner Philosophiae naturalis principia mathematica erbrachte, in die Physik eingeführt worden, während Becher's Physica subterranea mit seiner ersten Darstellung der phlogistischen Anschauungen bereits 1669 erschien.

Daraus geht also hervor, dass die moderne Auffassung

---

findet es unbegreiflich, dass die Versuche von Jean Rey über die Gewichtszunahme der Metalle beim sog. Verkalken unbeachtet blieben, dass neben diesen die Idee des Phlogistons sich entwickeln und Bestand gewinnen konnte. Aber alle Bemühungen in diesem Zeitalter waren auf das Ordnen des Erworbenen gerichtet, nachdem das zu Ordnende vorhanden war. Die Beobachtungen Jean Rey's sind ohne Einfluss geblieben, weil sie nicht in Verbindung gebracht waren mit dem Verbrennungsprozess überhaupt, denn wie viele Körper gab es nicht, welche beim Verbrennen leichter wurden, oder welche ganz für die Wahrnehmung verschwanden! Das Ziel aller Arbeiten Becher's und Stahl's und ihrer Nachfolger war eben die Aufsuchung der Erscheinungen welche in eine Klasse gehörten und einerlei Ursache ihre Entstehung verdankten.

Und in Bezug auf die Schwere im Besonderen sagt er an gleicher Stelle: „Bevor man anfangen konnte zu wägen, musste man wissen, was gewogen werden solle.“

[1]) Jac. Reinbold Spielmann, geb. 1722 u. gest. 1783 zu Strassburg.

[2]) p. 233 der Übersetzung (L 34) 1783.

der Schwere erst zu einer Zeit konzipiert wurde, in welcher phlogistische Anschauungen bereits vorhanden und ausgesprochen waren, und ist es daher natürlich, dass in dies beginnende phlogistische Zeitalter die aristotelischen Begriffe noch viel zu sehr hineinragten, um als vollständig überwunden angesehen werden zu können.

Die Ansicht des ARISTOTELES war die, dass dem Feuer und der Luft eine Bewegung von dem Erdcentrum weg, dem Wasser und der Erde aber eine solche nach demselben hin eigen sei. Dieser Lehre wurde nun eine entgegengesetzt, nach welcher gerade so willkürlich[1]) nur eine Bewegungsrichtung, die nachdem Centrum der Erde hin als allen Stoffen natürlich angenommen wurde. Die aristotelischen Anschauungen schienen ausserdem mit gewissen beobachteten Thatsachen, wie der Entwickelung von Gasen und Dämpfen, durchaus nicht im Widerspruch zu stehen, es lag also zunächst gar kein Grund vor, diese Anschauungen gegen die anderen zu vertauschen, die die Erklärung dieser Phänomene nur schwieriger gestalteten, ohne dabei direkt verständlicher zu sein.[2])

Der Vorwurf, der den Phlogistikern aus der Nichtbeachtung der Schwere gemacht wird, ist demnach nicht nur ein harter und ungerechter, sondern er zeugt auch von Mangel an historischem Sinn, der bei der Beurteilung eines Zeitalters der bis dahin erreichten Erkenntnisstufe nicht Rechnung trägt.

Bei den Schwierigkeiten, die sich dem Erfassen des Begriffes der Schwere entgegenstellten, und bei dem gewaltigen Einfluss, den die aristotelischen Lehren immer noch hatten, war es denn nur natürlich, dass STAHL, dem die Zunahme des Gewichtes bei der Verkalkung der Metalle bekannt war,[3]) diese

---

[1]) So erklärt NEWTON die Ursache der Schwere in seiner 1675 verfassten Hypothesis durch das Einsaugen des Äthers in die festen Körper. ROSENBERGER, Isaac Newton, (L 453) p. 165.

[2]) Dass das thatsächlich für das Warum der Schwere noch heute gilt, darüber vergleiche: PAUL DU BOIS REYMOND, Über die Grundlagen der Erkenntnis in den exakten Wissenschaften (L 448). p. 36: „so glaube ich denn, dass man die Schwerkraft als etwas menschlich Unfassbares, als etwas menschlich Unbegreifliches ansehen muss."

[3]) Experimenta, Observationes, Animadversiones (L 5a) p. 344: „quod metalla quaedam et metallica (quaecumque promtius in vitrum

Thatsache nicht als massgebend für sein System ansah, sondern sich vielmehr von anderen Gesichtspunkten leiten liess.

Die Metalle verlieren bei der Verkalkung ihre hervorstechendsten Eigenschaften, z. B. ihren Glanz, ihre Dehnbarkeit u. s. w., das war augenscheinlich und führte deshalb dazu, anzunehmen, dass dabei ein Stoff entweiche, der der Träger eben dieser Eigenschaften war.

So lagen also die Verhältnisse bei der ersten Aufstellung des phlogistischen Systemes. Als nun später, veranlasst durch den mehr und mehr Verbreitung findenden Begriff von der allgemeinen Schwere, die Frage nach den Gewichtsverhältnissen der Stoffe mehr in den Vordergrund trat, da wurde auch, und dies in der That besonders durch LAVOISIER, die Aufmerksamkeit von neuem auf die Gewichtsvermehrung der Metalle beim Verkalken gelenkt und nun erst ging man, wie wir dies bei der WIEGLEB'schen Darstellung des geläuterten

---

deinde colliquescunt) sola exustione maius pondus acquivisse deprehendantur." Eine Stelle, die übrigens schon KOPP, Beitr. (L 440) p. 228, anführt.

Auf die Gewichtsvermehrung der Metalle beim Verkalken machen auch vor STAHL eine Reihe von Chemikern aufmerksam, wie:

JEAN REY in seinem Essay (L 13) p. 64: „... ayant mis deux livres six onces d'estain fin d'Angleterre dans un vase de fer, et iceluy pressé sur un fourneau à grand feu ouvert, l'espace de six heures, l'agitant continuellement, sans y adjouster chose aucune, il en a recueilli deux livres treize onces de chaux blanche."

JOHN MAYOW: „Man muss auch bemerken, dass der Spiessglanz, der durch die Sonnenstrahlen vermittelst eines Brennspiegels verkalkt wird, nicht wenig an Gewicht zunimmt, wie es die Erfahrung lehrt." SCHERER, JOHN MAYOW (L 313). § 12 p. 16. Beide geben schon als Grund der Gewichtsvermehrung bei dieser Operation einen Zutritt von Luft an, doch hatten ihre Ansichten wegen geringer Verbreitung ihrer Schriften keinen Einfluss.

BOYLE hält den Beitritt von wägbarer Feuermaterie für den Grund der Gewichtsvermehrung. New Experiments to make Fire and Flame stable and ponderable. 1673.

Ein Bekanntsein mit der Thatsache der Gewichtsvermehrung scheint auch aus der Schrift von MODESTIN FACHS von 1567 (L 3) p. 11 hervorzugehen: „Item, wenn du siehst, dass die Probe bald blicken will, so thue ihr wärmer, damit das Korn nicht einen Bleirauch bei sich behält und davon schwerer wird."

STAHL'schen Systemes gesehen haben, daran, dem Phlogiston negative Schwere zuzuschreiben.

Neben WIEGLEB war in Deutschland der hervorragendste Verteidiger dieser Lehre von der negativen Schwere des Phlogistons CARL FRIEDR. ALBR. GREN, Prof. in Halle [1]).

Von den Verurteilern der Phlogistontheorie wird gerade diese Lehre als besonders widersinnig und unbegreiflich hingestellt. [2]) Aber auch hier erscheint es uns durchaus nicht unverständlich, dass die Phlogistiker bei ihren Versuchen den Einwürfen LAVOISIER's zu entgehen, ohne dabei ihr Phlogiston aufgeben zu müssen, auf diese Erklärungsweise gekommen sind, wenn wir wiederum bedenken, dass die Grundzüge zu dieser Theorie in den keineswegs schon gänzlich beseitigten aristotelischen Anschauungen — man denke nur an LAVOISIER's erste bedeutsame Arbeit über die Verwandlung von Wasser in Erde. — lagen. Wir müssen auch weiter in Betracht ziehen, dass es damals, als man noch eine Reihe von Stoffen annahm, die von der Schwerkraft gar nicht beeinflusst wurden, also imponderabel waren, nicht gar so fern lag, auch solche zuzulassen, die der Schwere entgegenwirkten; besonders da der Augenschein — wir haben oben schon darauf hingewiesen, — diese Annahme durchaus bestätigte.

Die Beobachtung hatte gezeigt, dass die durch Erhitzen der Körper entweichenden Dämpfe und Gase, zu denen man ja auch nach den neueren Anschauungen das Phlogiston in freiem Zustande zählte, eine Bewegung annahmen, die der eines fallenden Körpers gerade entgegengesetzt war. Musste es da nicht wahrscheinlich sein, dass diese beiderseitigen Bewegungen durch entgegengesetzt wirkende Kräfte veranlasst wurden, so nämlich, dass auf den einen Bestandteil eine Kraft wirkte. die

---

[1]) geb. 1760 Bernburg, gest. 1798 Halle.

[2]) ROESSING, Einführung in das Studium der Chemie (L 440) p. 27: „Als man LAVOISIER's experimentellen Versuchen nichts anhaben konnte, tauchte die zu so trauriger Berühmtheit gelangte Theorie von der sogenannten negativen Schwere des Phlogistons auf, nicht plötzlich, sondern als letzter kümmerlicher Trieb eines absterbenden Philosophenglaubens von der elementaren Feuermaterie, die entgegen STAHL's Ansicht mit dem Phlogiston für identisch gehalten wurde.“

nach oben zog, auf den anderen dagegen eine solche, die ihn nach abwärts bewegte. Solange z. B. die Verbindung zwischen Metallkalk und Phlogiston (= Metall) bestand, wirkte nur die Differenz der beiden Kräfte in dem Sinne der überwiegenden; war dagegen das nach aufwärts strebende Phlogiston entwichen, wie dies bei der Entstehung des Metallkalkes angenommen wurde, so konnte die nach abwärts ziehende Kraft, die dem zurückbleibenden Bestandteil eigen war, sich voll entfalten, der Körper musste also stärker auf seine Unterlage drücken, er musste schwerer geworden sein.

Nach Berücksichtigung all dieser Punkte muss daher auch die Lehre von der negativen Schwere des Phlogistons nach unseren jetzigen Anschauungen zwar als ein grober, für die damalige Zeit aber durchaus begreiflicher und verzeihlicher Irrtum bezeichnet werden.

Thatsächlich handelt es sich also bei einem Betrachten des Wesens der Schwere um die subtilsten Probleme der Materie und nur die Überhebung, die ganz allgemein gültige Hypothesen gern zu unumstösslichen Wahrheiten stempelt, hat dahin geführt, das Nichtbeachten der Gewichtsverhältnisse der Phlogistontheorie als Kapitalverbrechen anzurechnen, und doch glauben wir, dass selbst der bohrendste Verstand über das Wesen der Fernwirkung, der Anziehung und Schwere zu keinerlei weiterem Verständnis gelangt ist, als sich ein solches aus simpelster Anschauungsanalogie nach Magnetismus hin ergiebt.

Mit vollem Rechte sagt daher MART. HEINR. KLAPROTH [1]) in seinem chemischen Wörterbuch am Schluss des Artikels „Phlogiston“: „Man kann jede einzelne Erklärung chemischer Erscheinungen, welche in diesem Wörterbuche ohne Beihilfe dieses hypothetischen Stoffes gegeben wird, zugleich als Widerlegung desselben betrachten, umsomehr, da die Annahme des Phlogistons hypothetisch ist und es an jedem Beweise für das Dasein desselben fehlt.

Auf der anderen Seite muss man aber nicht verkennen, dass STAHL durch die Annahme dieser Hypothese sich um die

---

[1]) geb. 1743 Wernigerode, gest. 1817 Berlin.

wissenschaftliche Ausbildung der Chemie ein grosses Verdienst erworben hat. Er leitete das Bestreben der Chemiker dahin, Erklärungsgründe für die von ihnen bemerkten Erscheinungen aufzusuchen und, wohin alles systematische Forschen strebt, aus einem oder wenigen Grundsätzen das Übrige abzuleiten, und war, wenn er auch in einen Irrtum verfiel, ein nicht weniger wissenschaftlicher Kopf als LAVOISIER". [1])

Wir haben absichtlich den Anschauungen der Phlogistiker über den Begriff der Schwere eine längere und ausführlichere Betrachtung gewidmet, als dies bei den übrigen Punkten der Phlogistontheorie geschehen ist, weil gerade hierin, wie wir schon oben andeuteten, der Unterschied in der Bearbeitungsweise der Chemie vor und nach LAVOISIER am deutlichsten und und auffallendsten hervortritt.

Gehen wir nun zu einer Betrachtung der Arbeiten LAVOISIER's über, soweit dieselben für uns von Interesse sind.

Die Widerlegung eines alten, noch aus den aristotelischen Ansichten von der Verwandelbarkeit der Elemente ineinander mitgeschleppten Irrtums war der Zweck der ersten für uns wichtigen Abhandlung: „Über die Natur des Wassers und die Möglichkeit der Verwandlung desselben in Erde", [2]) die LAVOISIER der k. Akademie der Wissenschaften in Paris vorlegte und welche in die Denkschriften derselben für das Jahr 1770 (gedruckt 1773) aufgenommen wurde. Die vielfach angezweifelte, aber noch häufiger wieder aufgestellte und durch neue Versuche angeblich bestätigte Behauptung, dass sich Wasser in Erde verwandeln lasse, deren Beweis VAN HELMONT eine ganze Reihe von Versuchen widmete, deren Widerlegung selbst einem BOYLE nicht gelang, und welche der erfahrene Analytiker MARGGRAFF zuletzt noch durch Versuche bestätigt zu haben glaubte, wurde von LAVOISIER für immer aus der Welt geschafft nur durch genaue Bestimmung der Gewichtsverhältnisse. [3]) Er wies nach, dass die bei mehrmaliger Destillation

---

[1]) Chemisches Wörterbuch 1807 (L 428) Bd. IV p. 25.

[2]) Oeuvres T. II. p. 1—28.

[3]) Über die Verwandlung von Wasser in Erde haben gearbeitet: v. HELMONT und BOYLE (1664), BORRICHIUS (1674), BOERHAAVE (1732),

von Wasser aus Glasgefässen sich abscheidenden erdigen Teile, die die früheren Chemiker für in Erde verwandeltes Wasser hielten, genau so viel wogen, als die Gewichtsabnahme des Gefässes während dieser Operation betrug, dass das Gewicht des Wassers aber sich in keiner Weise geändert hatte; es war also nicht daran zu zweifeln, dass hierbei nicht eine Verwandlung des Wassers in Erde, sondern nur ein Loslösen von Glasteilchen aus dem Gefässe stattgefunden hatte.

Als besonders charakteristisch für den Gegensatz LAVOISIER's zu den Phlogistikern in der Beantwortungsweise derartiger Fragen muss noch hervorgehoben werden, dass SCHEELE, der nach Art seiner Vorgänger die quantitativen Verhältnisse ausser Acht liess, zu demselben Resultate gelangt war wie LAVOISIER, indem er durch chemische Analyse die Identität der abgeschiedenen vermeintlichen Erde mit dem Glase des Gefässes nachgewiesen hatte. [1])

Wie aus der Inangriffnahme dieser seiner ersten wichtigen Arbeit ersichtlich, stand für LAVOISIER das Gesetz, das wir heute das von der Erhaltung des Stoffes nennen, unumstösslich fest. Es ergiebt sich dies ganz besonders auch aus der Disposition zu dieser Arbeit, in der er sagt, dass, wenn bei etwaiger Umwandlung von Wasser in Erde ein Teil der Feuermaterie von dem Wasser aufgenommen würde, derselbe durch die Zunahme des Gesamtgewichtes von Glasgefäss und Wasser sich ausweisen müsste, — damit wendet er sich gegen BOYLE — und dass im Gegenteil, wenn eine solche Zunahme des Gewichtes sich nicht nachweisen lasse, die Umwandlung auf Kosten des Glases oder des Wassers stattgefunden haben müsse [2]).

Trotzdem ihm also das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes, wie man sieht, völlig in Fleisch und Blut übergegangen war, hat LAVOISIER doch kaum irgendwo in seinen Schriften demselben einen prägnanten Ausdruck verliehen, der sich etwa der MARIOTTE'schen Fassung: „La nature ne fait rien de

---

C. J. GEOFFROY (1738), ELLER (1746; 1757), MARGGRAFF (1751; 1756), POTT (1756), LEIDENFROST (1756), LE ROY (1767).

[1]) KOPP, Gesch. Bd. I. p. 304. Die Originalarbeit war nicht aufzufinden.

[2]) Oeuvres T. II. p. 16.

rien et la matière ne se perd point“ [1]) an die Seite stellen liesse.

Am allgemeinsten dürfte er es ausgedrückt haben in seiner Denkschrift über die Zusammensetzung des Wassers von 1781 mit den Worten: „Aber, da in der Physik nicht weniger als in der Geometrie der Satz gilt, dass das Ganze gleich ist seinen Teilen etc. etc.“ [2])

---

[1]) Oeuvres de Mr. Mariotte (L 5) T. II. p. 656.

Dieser als erste seiner „Maximes ou règles naturelles aux principes d'experience“ in dem 2. Teil seines „Essay de logique“ von Mariotte aufgestelle Grundsatz gewinnt noch an Grossartigkeit in seiner einfachen Fassung, wenn man die anderen dort aufgestellten Grundsätze mit in Betracht zieht. Dieselben sind neben dem genannten:

Il n'est point de matière sans quelques qualités apparentes ou réelles.

La vue se fait selon les lignes droites.

Le fer se meut vers l'aimant.

L'air se dilate par la chaleur, et se presse par la diminution de la chaleur et par violence.

Le frottement ou froissement des corps solides les échauffe.

Les rayons lumineux pénétrant obliquement de l'air dans l'eau ou dans le verre prennent diverses couleurs.

Wie klar und logisch denkend musste der Kopf angelegt sein, für den es ebenso fest stand, dass in der Natur nichts verloren geht, wie die Thatsache, dass der Magnet das Eisen anzieht.

Bemerkenswert ist übrigens, dass auch das Gesetz von der Erhaltung der Kraft gleich als es zum ersten Mal ausgesprochen wurde, von Robert Mayer in ebenso konciser Weise gefasst wurde. Mayer schreibt an Baur den 1. August 1841: „I. Als Axiom, — und bei allen tausend Teufeln —, nicht als Hypothese: Eine Kraft ist nicht weniger zerstörlich als eine Substanz. Direkte Beweise lässt dieser allgemeine Satz so wenig bei „Kraft“ zu als bei „Substanz“, warum aber der Satz als Axiom anzunehmen, wie er aus den einfachsten Begriffen unseres Denkvermögens sich entwickelt, darüber lässt sich gut Rechenschaft ablegen. Die bisherige Physik musste auch den Satz gelten lassen: es geht keine Kraft verloren, konnte dies aber gleichwohl nicht durchführen, denn in diesem Satze liegt die innere Nötigung zu

Satz II: 02 M C = Wärme, aufhörende Bewegung dauert als Wärme fort.“ Kleinere Schriften und Briefe von Rob. Mayer (L 452) p. 115.

Schon vor Mariotte war von dem Cartesianer Père Mersenne 1634 der Gedanke von der Erhaltung des Stoffes in der 36. seiner „Questions physiques et mathématiques“ mit folgenden Worten ausgesprochen worden: „la nature qui ne perd rien d'un côté qu'il ne le gaîgne de l'autre.

[2]) Mém. de l'Acad. Royale 1781 p. 478.

Dieser Erkenntnis zufolge stellt LAVOISIER bei allen seinen chemischen Untersuchungen zuerst die Gewichtsverhältnisse fest und lässt sich von der Richtigkeit seiner Resultate nur durch Übereinstimmung der Gewichte der erhaltenen mit den ursprünglichen Stoffen überzeugen.

Mit der Widerlegung der Ansicht von der Verwandelbarkeit von Wasser in Erde durch quantitative Bestimmung hat LAVOISIER, wie er dies ausdrücklich hervorhebt,[1]) auch die Unrichtigkeit einer Behauptung STAHL's, dass Wasser bei mehrmaliger Destillation durch die Poren der Gefässe entweichen könne, erbracht; gegen die anderen theoretischen Anschauungen desselben aber erhebt er in dieser Arbeit noch keinerlei Einwände. Auch in den Berichten über seine in den nächstfolgenden Jahren ausgeführten Versuche, die er später als vorbereitend für die Ausbildung seiner Theorie bezeichnete,[2]) stellt er sich nicht in ausgesprochenen Gegensatz gegen die Phlogistontheorie. Er kennzeichnet sich selbst vielmehr als einen Anhänger derselben, wenn er in der an Ostern 1775 der Akademie vorgelesenen Abhandlung: „Über die Natur des Prinzipes, welches sich mit den Metallen während ihrer Verkalkung vereinigt, und welches ihr Gewicht vermehrt,“ [3]) sagt: „Die meisten Metallkalke lassen sich nicht reduzieren, d. h. sie gehen nicht in ihren metallischen Zustand zurück, ohne unmittelbare Berührung mit einer kohligen Materie oder irgend einer Substanz, welche das enthält, was man Phlogiston nennt.“ [4]) In dieser Arbeit nimmt LAVOISIER schon den Beitritt eines Teiles der Luft bei der Metallverkalkung an.

Einen direkten Gegensatz seiner Ansichten zur Phlogistontheorie spricht LAVOISIER erst volle sieben Jahre nach seiner ersten Arbeit (1777) aus in den beiden Abhandlungen „Über die Verbrennung der Kerzen“ und „Über die Verbrennung im allgemeinen“. [5]) Besonders in der letzteren legt LAVOISIER seine neue

---

[1]) Oeuvres T. II. p. 25.

[2]) Oeuvres T. II. p. 104.

[3]) Mém. de l'Acad. Royale pour 1775, gedruckt 1778.

[4]) Oeuvres T. II. p. 123.

[5]) Mém. de l'Acad. Royale pour 1777, gedruckt 1780, enthält beide Abhandlungen.

Theorie, die er an Stelle der Stahl'schen zu setzen gedenkt, dar und wiederholt mehrmals den Gegensatz seiner Anschauungen zu den phlogistischen, die er jedoch auch damals noch nicht als unrichtig, sondern nur als weniger wahrscheinlich als die seinigen hinstellt. So sagt er u. a.: „Übrigens, ich wiederhole es, habe ich nicht die Absicht, wenn ich hier die Lehre Stahl's angreife, an deren Stelle eine streng bewiesene Theorie zu setzen, sondern nichts weiter als eine Hypothese, die mir geeigneter und den Naturgesetzen mehr entsprechend vorkommt und die mir weniger gezwungene Erklärungen und weniger Widersprüche in sich zu schliessen scheint". [1])

Und in der That waren auch die Ansichten Lavoisier's damals noch nicht umfassend und bewiesen genug, um die Richtigkeit der Phlogistontheorie bei ihren Anhängern ernstlich in Zweifel zu ziehen [2]); dies konnte erst geschehen, nachdem die neue Theorie in der Erkenntnis und Bestätigung der Zusammengesetztheit des Wassers ihre grösste Stütze erhalten hatte, was aber erst in den Jahren 1783—1784 geschah.

Über Lavoisier's Antheil an dieser Entdeckung berichten wir an anderer Stelle noch besonders und verweisen infolge dessen hier nur darauf. [3])

Die Entdeckung von der Zusammengesetztheit der Wassers wurde von Lavoisier sofort mit seinen bisherigen Ansichten in Verbindung gebracht. Mit der Erkenntnis und Bestätigung der Bildung von Wasser aus inflammabler Luft und Lebensluft bezüglich Zersetzung desselben in diese beiden Gasarten hatte die neue Theorie ihren letzten und gleichzeitig wichtigsten Zusatz er-

---

[1]) Oeuvres T. II. p. 233.

[2]) So legt denn auch Macquer, dem die Arbeiten Lavoisier's und Bayen's (letztere Obs. sur la Phys. T. III. 1774 p. 129—145 u. 280—295) wohl bekannt waren, der zweiten Auflage seines Dictionnaire de Chimie von 1779 noch vollständig die Phlogistontheorie zu Grunde.

In dem Artikel „Metallkalke" widmet er den Versuchen und den daraus abgeleiteten Erklärungen von Bayen und Lavoisier eine längere Betrachtung, spricht sich aber gegen die Anschauungen derselben aus. Der Artikel schliesst mit den Worten: „man ist folglich noch weit entfernt, einen wirklichen Angriff auf die Theorie des Brennbaren oder des verbundenen Feuers gemacht zu haben." (p. 90 der Übersetzung von Leonhardi [L 21] 1781).

[3]) Vergl. Nr. II dieses Heftes.

halten und stand nun in allen Einzelheiten begründet da. Jetzt erst wurde es LAVOISIER möglich, sämtliche chemischen Operationen ohne Zuhilfenahme des Phlogistons zu erklären und mit Erfolg auch gegen diejenigen Verteidiger der älteren Anschauungen aufzutreten, die den Wasserstoff für freies Phlogiston hielten, denn nun konnte er beweisen, dass in den meisten Fällen, in denen eine Wasserstoffentwickelung stattfand, gleichzeitig Zersetzung von Wasser eintrat.

So wendet er sich denn auch in einer in den Memoiren für 1783 publizierten Abhandlung (gedruckt 1786) mit voller Bestimmtheit gegen die Theorie STAHL's, die er jetzt nicht mehr, wie in seiner früheren Arbeit, für weniger wahrscheinlich als die seinige, sondern geradezu als einen „verderblichen Irrtum in der Chemie“[1]) bezeichnet. LAVOISIER sucht nachzuweisen, dass die Phlogistontheorie sich im Laufe der Jahre weit von den STAHL'schen Ansichten entfernt habe und in vieler Hinsicht mit den Thatsachen sowohl als mit richtiger Denkweise in direktem Widerspruch steht, da das Phlogiston ein eingebildetes Wesen sei, dessen Existenz in keiner Weise begründet ist.

Er ist sich wohl bewusst, dass sein Auftreten gegen die fast ein Jahrhundert gültigen Ansichten[2]) auf vielen Widerspruch stossen wird und seine neue Theorie sich erst durch viele Schwierigkeiten hindurch Bahn brechen muss, deshalb hält er es auch für nötig, seine Arbeit mit folgender Ermahnung zur unparteiischer Prüfung einzuleiten: „Ich bitte meine Leser, bevor ich diese Abhandlung beginne, sich, soweit es möglich ist, alles Vorurteils zu enthalten, in den Thatsachen nur das zu sehen, was sie darstellen, alles daraus zu verbannen, was ihnen die Überlegung untergeschoben hat, sich zurückzuversetzen in die Zeiten vor STAHL und, wenn möglich, einen Augen-

---

[1]) Oeuvres T. II. p. 623.

[2]) Für Frankreich ist keine so lange Zeitdauer der Herrschaft der phlogistischen Theorie zu setzen, denn dort wurde dieselbe erst 1723, also über 50 Jahre nach BECHER's Physica subterranea durch die Nouveaux Principes de Chimie von JEAN BAPTISTE SÉNAC eingeführt, welche den bis dahin in Frankreich so gut wie allein herrschenden Cours de Chimie von LEMERY, der seit seinem ersten Erscheinen 1675 bis zum Tode des Verfassers 1715 zehn Auflagen erlebt hatte, verdrängte.

blick zu vergessen, dass dessen Theorie existiert hat.“[1]) Und auch am Schluss dieser Arbeit giebt LAVOISIER der Annahme, dass die Einführung seiner Theorie erst nach längerer Zeit geschehen werde, nochmals Ausdruck mit den Worten: „Ich erwarte nicht, dass meine Ideen sofort angenommen werden; der menschliche Geist gewöhnt sich an eine Art zu sehen und diejenigen, welche die Natur während eines Teils ihrer Laufbahn unter einem bestimmten Gesichtspunkt betrachtet haben, gehen nur mit Mühe zu neuen Ideen über. Es wird also von der Zeit abhängen, die Ansichten, die ich hier vorbringe, zu bestätigen oder zurückzuweisen.[2])

Diese Arbeit ist aufgenommen worden in die Mémoires für das Jahr 1783. Ob sie überhaupt gelesen worden ist, und wann das etwa geschah, lässt sich nicht sagen, da sich weder beim Original noch in dem Abdruck in den Oeuvres eine Bemerkung darüber findet. Da sie aber die Erkenntnis der zusammengesetzten Natur des Wassers durchaus voraussetzt, kann sie unter keinen Bedingungen vor 1785 geschrieben sein; durch den Druck bekannt gemacht wurde sie erst im Jahre 1786. Wir müssen also das erste, gefestigte, öffentliche Hervortreten LAVOISIER's mit seiner Theorie in das Jahr 1786 setzen und auch damals waren einzelne seiner Arbeiten, auf die er sich in seiner Abhandlung beruft, noch nicht gedruckt.[3])

Wie aus den obigen Citaten ersichtlich, setzt LAVOISIER selbst voraus, dass seine Theorie von den anderen, besonders den älteren Chemikern, anfangs nicht ohne weiteres angenommen werden wird, dass man alle Einzelheiten derselben genau erwägen, mit den Ansichten STAHL's vergleichen und erst dann sich definitiv zu Gunsten der einen oder anderen Lehre bekennen wird. Dass für das vollständige Bekanntwerden und die genaue Prüfung neuer, die gesamte chemische Wissenschaft umwälzender Anschauungen eine Reihe von Jahren nötig war, ist durchaus begreiflich; es lässt sich auch nicht anders denken, als dass die Chemiker, die nicht in direkter Berührung

---

[1]) Oeuvres T. II. p. 624.

[2]) Oeuvres T. II. p. 655.

[3]) „Quelques-uns de ces Memoires ne sont point encore imprimés.“ Mém. de l'Acad. Royale pour 1783 p. 505.

mit dem Begründer des neuen Systems standen, und besonders diejenigen, denen die neuen Abhandlungen durch Übersetzung zugänglich gemacht werden mussten, erst nach beträchtlicher Zeit in der Lage waren, sich für oder wider zu entscheiden.

So können wir denn auch ganz die gleiche Erscheinung nur in ausgedehnterem Masse bei der Annahme der phlogistischen Lehren in Frankreich verfolgen, die, wie wir schon erwähnt haben, erst fünfzig Jahre nach ihrer ersten Aufstellung durch Becher mit Sénac's „Nouveaux principes“ dort festen Boden gewannen, obwohl in diesem Falle solche Schwierigkeiten nicht bestanden, wie sie der Einführung der antiphlogistischen Theorie hindernd in den Weg traten. Denn einmal stand jene keineswegs wie diese in vollständigem Gegensatz zu den festgewurzelten Anschauungen und weiter traten keine Sprachhindernisse auf, denn Becher's und Stahl's Werke waren grossenteils in lateinischer Sprache geschrieben und konnten in Frankreich ohne weiteres ebenso gut gelesen werden wie in Deutschland.

Zudem ist auch in Bezug auf die Schnelligkeit des Bekanntwerdens neuer Anschauungen die Art des damaligen buchhändlerischen Betriebes sehr wohl mit in Betracht zu ziehen. Zweimal im Jahre nur, durch die Messkataloge für die grosse Oster- und Michaelismesse zu Leipzig uud etwa noch für die Herbstmesse zu Frankfurt a. M., die allerdings damals schon wesentlich an Bedeutung verloren hatte, lernte man die Neuheiten allgemein kennen. Zu diesen Messen zogen die Verleger mit ihren Ballen roher Bücher. Dort wurden dieselben öffentlich in den Gewölben ausgelegt, und gewiss oft nur in einzelnen Exemplaren — denn die Abgabe à condition, wie man heute sagt, wurde damals noch gar nicht geübt — wurden sie über das Land verbreitet. Zudem war es nicht Sitte, die Bücher wie heutzutage brochiert, sondern „roh“, d. h. in ungefalzten einzelnen Bogen auf den Markt zu bringen. Bei dieser Behandlungsweise verboten sich die für die Verbreitung der Neuigkeiten so überaus wichtigen Ansichtsendungen von selbst und so wurde denn das Bekanntwerden derselben, auch ganz abgesehen von dem Übergewicht unserer heutigen Beförderungsmittel, ausserordentlich verlangsamt.

Die Chemie stand in der zweiten Hälfte des vorigen Jahr-

hunderts, also zu der Zeit, in die der grosse Umschwung derselben fällt, in Deutschland in hohem Ansehen und eine grosse Reihe hervorragender Männer war unablässig beschäftigt, durch genaue Untersuchungen über die Bestandtheile von Mineralien, durch Entdeckung neuer Stoffe, sowie durch Vervollkommnung der Methoden zur Herstellung schon bekannter, und durch Erweiterung und Berichtigung der theoretischen Anschauungen ihre Wissenschaft auszubilden. Mit grosser Begierde suchte man sich von allem zu unterrichten, was im Inland und Ausland an chemischen Arbeiten geleistet wurde, man strebte darnach, bekannt gewordene Versuche zu wiederholen, zu bestätigen und, wenn möglich, zu verbessern und zu erweitern. Diesem Drange entsprechend, herrschte ein reger wissenschaftlicher Verkehr zwischen den deutschen Chemikern und den Gelehrten der anderen Kulturstaaten, die Werke von Bergmann, Scheele, Priestley, Cavendish u. a. verbreiteten sich über ganz Deutschland, sie wurden übersetzt, besprochen und ergänzt, und auch die kleineren Abhandlungen von Chemikern aller Nationen, die in den Zeitschriften zerstreut waren, wurden gesammelt oft noch besonders herausgegeben.

In dieser Zeit wurde denn auch die Ausgabe von wissenschaftlichen Journalen nötig, die nicht nur längere Berichte, sondern auch Briefe, Auszüge aus den Denkschriften ausländischer Akademien, Anzeigen und Besprechungen neu erschienener Werke, Preisausschreiben, kurz alles, was für die Leser irgendwie Interesse haben konnte, brachten. Besonders auffallend und im Gegensatz zu unserer heutigen wissenschaftlichen Litteratur stehend, ist das ausserordentlich häufige Abdrucken von Briefen an die betreffenden Herausgeber, die einen breiten Raum in den damaligen Zeitschriften beanspruchen. Aus Ton und Art dieser Briefe ergiebt sich, ein wie naher, uns heutzutage geradezu überraschender Verkehr zwischen den Gelehrten der verschiedenen Nationalitäten damals stattfand, auch wenn persönliche Beziehungen fehlten.

In hervorragender Weise entsprachen allen diesen Anforderungen die von dem Bergrat Lorenz von Crell [1]) herausgegebenen „Chemische Annalen“ (1784—1803), die eine Fort-

---

[1]) geb. 1744 Helmstädt gest. 1816 Göttingen.

setzung zu dem „Archiv der Chemie“ (1783) und dem „Chemisches Journal“ (1778—1781) des gleichen Herausgebers bildeten und zeitweise noch durch Beiträge (1785—1789) ergänzt wurden. Aber neben diesen existierten noch eine Reihe von anderen Journalen, wie:

GOETTLING's Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker (v. 1779 an),
GREN's Journal der Physik (v. 1789 an),
TROMMSDORFF's Journal der Pharmacie (v. 1793 an),
GREN's Neues Journal der Physik (v. 1795 an),
SCHERER's Journal der Chemie (v. 1798 an),

welche die älteren periodischen Schriften, wie die Leipziger Miscellanea curiosa Medico-Physica (v. 1670 an), die Novi commentationes Societat. reg. scient. GOETTING. (v. 1769 an) und die Denkschriften der Berliner Akademie (Miscellanea Berolinensia von 1710 an) ergänzten.

Wir dürfen wohl als sicher annehmen, dass LAVOISIER's Auftreten gegen die Lehren STAHL's nicht ohne Einfluss auf die rasche Vermehrung der deutschen Zeitschriften gewesen ist. Man suchte sich möglichst schnell mit den Arbeiten der ausländischen Chemiker bekannt zu machen, man war begierig, wie dieselben von den anderen beurteilt und was etwa entgegnet wurde, und dies konnte nur vollständig geschehen, wenn man dieselben regelmässig und von verschiedenen Männern nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewählt, zu lesen bekam.

Dieses rege Interesse an allen chemischen Fragen lässt es auch ganz berechtigt erscheinen, dass die deutschen Chemiker bei ihren Zeitgenossen in hohem Ansehen standen und den Ruf gewissenhafter und unparteiischer Gelehrter genossen, wie dies z. B. aus Briefen KIRWAN's an CRELL hervorgeht. Dieser schreibt: „Inzwischen habe ich mich völlig von der alten Meinung überzeugt und bin jetzt im Begriff, eine Abhandlung gegen Herrn LAVOISIER's Theorie zu entwerfen;[1]) ich hoffe dies auf eine nicht ganz unbefriedigende Weise zu thun. Unterdessen würde ich doch eine viel tiefere und gründlichere

[1]) Den Plan, gegen LAVOISIER aufzutreten, hat KIRWAN schon 1785 gefasst, geschehen ist dies jedoch erst mit seinem „Essay on Phlogiston“ im Jahre 1787; er hat also thatsächlich bis zum Erscheinen jener Denk-

Untersuchung von Ihren Landsleuten erwarten, und diese Materie von allen Seiten zu beleuchten, würde ein eines SCHEELE und anderer grossen deutschen Chemisten würdiges Unternehmen sein). [1]

In dieser Verteidigungsschrift des Phlogistons, die 1787 erschien, hebt KIRWAN als Vorteil des alten Systems gegen das neue hervor: „Zwar erschien es in weniger erleuchteten Zeiten, allein es entsprang in einem Lande, wo chemische Kenntnisse damals in höherem Flor waren und noch jetzt sind, als in irgend einem anderen Teile Europas. Deutschland müssen alle neuern Nationen besuchen, wenn sie sich in der Mineralogie und Metallurgie vervollkommnen wollen.“ [2])

Und auch da noch, wo sich KIRWAN, nach dem er seine bisherigen Anschauungen aufgegeben, der neuen Lehre zugewandt hat, bleibt seine Achtung vor der deutschen Wissenschaft un dihrer Unparteilichkeit voll bestehen. Er sagt, dass er die Phlogistontheorie aufgegeben habe, da seine eigene Verteidigungschrift für dieselbe ihm nicht mehr Wahrscheinlichkeit genug hätte, „wie sie es auch nicht für die deutschen Chemisten hatte, die doch die unparteiischsten und einsichtsvollsten Richter in diesem Fach sind“. [3])

Unter den oben geschilderten Verhältnissen ist es natürlich, dass auch LAVOISIER's Arbeiten schon bald in deutschen Schriften erwähnt und berücksichtigt werden. Aber auch sonst, ohne dass ausdrücklich Erwähnung derselben geschieht, lässt sich ihr Einfluss in der ganzen Bearbeitungsweise der

---

schrift, die wir (vgl. p. 19) als das erste, öffentliche und gefestigte Auftreten der neuen Theorie darstellend, gekennzeichnet haben, gewartet.

[1]) CRELL, Annal. 1785, Bd. II. p. 335.

[2]) CRELL, Beiträge z. d. Annal. 1787, Bd. III. p. 135.

Kennzeichnend für die leider auch heute noch gültige, im Gegensatz zu KIRWAN, abschätzige Haltung eines grossen Teiles französischer Gelehrter gegenüber der Wissenschaft des Auslandes ist ein Brief, den ein Schweizer, HÖPFNER aus Bern, an CRELL richtet. Dieser wurde im Jahre 1785 von einem französischen Professor der Naturgeschichte, der selbst naturgeschichtliche Werke verfasst hatte und Mitglied der Akademie war — den Namen nennt HÖPFNER nicht —, gefragt, „ob er wohl glaube dass die Deutschen einige Begriffe von Chemie und Mineralogie hätten“. CRELL, Annal 1785, Bd. I. p. 67.

[3]) CRELL, Annal. 1791, Bd. II. p. 349.

Chemie und Ausbildung der theoretischen Anschauungen durch Rücksichtnahme auf Umstände, die man sonst vollständig ausser Acht gelassen hatte, nicht verkennen, und nirgends findet sich in dieser Zeit eine ausgesprochene oder gar gehässige Gegnerschaft gegen dieselben. Wir haben oben schon darauf hingewiesen, dass die genauere Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Verkalkung der Metalle, die die Aufstellung der Lehre von der negativen Schwere des Phlogistons veranlasste, und das Bestreben, das Phlogiston in freiem Zustande darzustellen, das zur Identifizierung desselben mit dem Wasserstoff führte, in eine Zeit fällt, in der LAVOISIER's Arbeiten bekannt waren, und dass diese die direkte Veranlassung zur Änderung der STAHL'schen Theorie gaben.

Die erste Übersetzung einer Sammlung von Schriften LAVOISIER's und zwar die seiner 1774 herausgegebenen Opuscules physiques et chymiques wurde von CHRIST. EHRENFR. WEIGEL [1]) besorgt und erschien schon 1783. Die in diesem Werkchen sowohl als in den späteren Denkschriften niedergelegten Anschauungen LAVOISIER's wurden in durchaus unparteiischer Weise besprochen und zum Teil sogar angenommen oder mit der Phlogistontheorie in Verbindung zu bringen versucht, auch wenn sie nicht direkt mit derselben in Einklang standen. Besonders die Behauptung LAVOISIER's, dass bei der Verkalkung der Metalle dephlogistisierte Luft aufgenommen werde, wurde von mehreren Chemikern angenommen und durch Wiederholung der Versuche bestätigt, obwohl sich diese Auffassung doch schon erheblich von der STAHL'schen Lehre entfernte.

So z. B. bestätigt ABICH, [2]) der sich 1784 mit Versuchen über die verschiedenen Oxydationsstufen des Bleis und über die Verkalkung von Kobalt und Zink beschäftigt hatte, LAVOISIER's Ansicht, indem er Blei in verschlossenen Gefässen verkalkte, und spricht sich dann bei dem Bericht über die Verkalkung von Kobalt direkt für dieselbe aus, indem er schliesst: „Die Ursache der Gewichtsvermehrung schreibe ich bei diesem Metall lediglich der dephlogistisierten Luft zu". [3]) Und auch

[1]) geb. 1748 Stralsund, gest. 1831 Greifswald.
[2]) RUDOLPH ADAM, geb.? gest. 1809 Schöningen.
[3]) CRELL, Annal. 1784, Bd. I. p. 512.

CRELL, der über die Versuche ABICH's berichtet, sagt über die Ursache der Gewichtsvermehrung: „Vielleicht ist's die hinzugetretene dephlogistisierte Luft, wie auch Hrn. PRIESTLEY's und PETZOLD's Versuche zu glauben veranlassen". [1])

Einen weiteren Beweis dafür, dass vorerst zwischen den deutschen und französischen Chemikern ein Gegensatz in keiner Weise bestand, liefert uns WIEGLEB, der im Jahre 1784 die KIRWAN'sche Ansicht, dass Wasserstoff und Phlogiston das gleiche seien, gegen die ältere BECHER- und STAHL'sche von der erdigen Natur des brennbaren Prinzipes verteidigt und hierbei zu Gunsten seiner Anschauungen auch LAVOISIER's Versuch über die Verkalkung von Eisen auf nassem Wege herbeizieht. [2])

Weitaus deutlicher und allgemeiner als die vorhergehenden spricht sich JOH. ANDR. SCHERER [3]) für die neuen Lehren aus, indem er dieselben in seiner 1785 erschienenen „Geschichte der Luftgüteprüfungslehre" schon als die besser begründeten bezeichnet und sein Buch, das er noch nach der alten Theorie abfasst, „weil dies die durchgängig bekannte" sei, so einrichtet, dass es leicht auch im Sinne der neuen Theorie gelesen werden kann. Er giebt folgende Anleitung zur Übertragung seiner Sätze in das neue System: „Sollte aber einmal die neue Theorie für die echte erklärt werden, so hat man bei meiner Erklärung der Entstehung der Salpetersäureluft und der Erscheinungen, die bei der Vermischung derselben mit verschiedenen Lüften erfolgen, nur nötig, statt „Brennstoff" „dephlogistisierte Luft" zu setzen. Z. B. wenn ich bei der Erzeugung der Salpeterluft sage: Die Salpetersäure raubt dem Metalle sein Brennbares, nach der neuen Theorie: Das Metall raubt der Salpetersäure ihre dephlogistisierte Luft; sage ich: Die gemeine oder brennstoffleere Luft zieht das Brennbare aus der Salpetersäureluft an sich, nach der neuen Theorie: Die Salpetersäureluft zieht die dephlogistisierte Luft aus der gemeinen an sich." [4])

---

[1]) CRELL, Auswahl aus den neuesten Entdeckungen in der Chemie. Bd. I. p. 429.

[2]) CRELL, Annal. 1784, Bd. I. p. 219.

[3]) geb. 1755 Prag, gest. 1844 Wien.

[4]) SCHERER, Geschichte der Luftgüteprüfungslehre (L 80), p. 32.

Scherer hält also schon 1785 für möglich, ja für wahrscheinlich, dass die neue Theorie sich allgemeine Herrschaft erringen werde, und trägt kein Bedenken, sich derselben anzuschliessen und seine älteren Ansichten aufzugeben.

Wie sehr man auch in Deutschland sofort von der Wichtigkeit und Bedeutsamkeit der Versuche über das Entstehen und Zersetzen des Wassers überzeugt war, geht deutlich aus der Schnelligkeit hervor, mit welcher sich die Nachrichten dieses chemischen Ereignisses überallhin verbreiteten. Die diesbezüglichen Versuche werden ebenso wie die vorhergehenden, trotz ihres Widerspruches mit den bestehenden Anschauungen als wahrscheinlich und ohne jedes Vorurteil aufgenommen.

Schon im Januar 1784, also ganz kurz nach der ersten Veröffentlichung der Arbeiten Lavoisier's über diesen Gegenstand, die im Dezemberheft der Observations sur la Physique von 1783 erfolgt war, macht Crell seine Leser durch eine Notiz in seinen Annalen mit dem Resultate derselben bekannt und zwar augenscheinlich mit hoher Befriedigung über diese wichtige Erweiterung seiner Wissenschaft. „Wenn die Nachrichten sich bestätigen, die wir von sicherer Hand erhalten haben," — schreibt er, — „so hat die höhere, mit der Zerlegung der Grundstoffe beschäftigte Chemie wieder viel gewonnen, denn jenen zufolge sollen Hr. Lavoisier und Hr. Ritter Landriani [1]) die entzündbare und dephlogistisierte Luft in Wasser verwandelt haben". [2])

Im darauffolgenden Jahre bringt Crell eine kurze Übersicht der verschiedenen Versuche, die zur Erkenntnis der Zusammengesetztheit des Wassers geführt haben und schliesst daran eine Betrachtung der hieraus gezogenen Folgerungen;

[1]) Die Erwähnung Landriani's, als eines der ersten, die diesen Versuch angestellt haben, erweist sich später als ein Irrtum. Im Gegensatz zu obiger Notiz, die im ersten Stück der Annalen enthalten ist, besagt eine Anmerkung zu einem Briefe Landriani's im fünften Stück: „Wie weit das Gerücht, dass H. Ritter Landriani jetzt über diesen Gegenstand auch gleichförmige Versuche gemacht hat, gegründet sei, kann ich jetzt noch nicht mit Gewissheit bestimmen. Am 2. April war dies noch nicht geschehen." Crell, Annal. 1784, Bd. I. p. 425.

[2]) Crell, Annal. 1784, Bd. I. p. 95.

doch spricht er sich so wenig, wie PRIESTLEY, KIRWAN und VOLTA, deren Ansichten er ebenfalls anführt, mit Entschiedenheit für eine derselben aus. CRELL teilt mit, dass, während LAVOISIER und MONGE die brennbare Luft als ein Element des Wassers betrachten, diese nach PRIESTLEY ein Mittel sei, um Wasser, dass in der dephlogistisierten Luft enthalten ist, aus derselben zu ziehen. KIRWAN deutet den Versuch, nach welchem Wasser durch glühende Eisenröhren geleitet, verschwindet, dahin, dass das Wasser vom Eisenkalk aufgesaugt werde und die auftretende brennbare Luft vom Eisen stamme. Nach VOLTA endlich besteht die entzündbare Luft aus Wasser und Phlogiston, die dephlogistisierte aus Wasserdämpfen, mit Materie der Hitze verbunden; er nimmt also, wie PRIESTLEY, das Wasser als schon in den Gasarten bestehend an. CRELL schliesst seine Abhandlung: „So denken gegenwärtig berühmte Naturkundige über diesen Gegenstand. Ob ihre Meinungen mit der Natur völlig übereinstimmen, werden uns weitere Erfahrungen zeigen, die wir täglich zu erwarten begründet sind.“[1])

CRELL macht also durchaus keinen Unterschied zwischen den die ganze bisherige Theorie umstossenden Anschauungen LAVOISIER's und den sich der älteren Theorie anpassenden der anderen Forscher; er überlässt es der Folge, klärend zu wirken.

Nach diesen ersten Nachrichten werden auch die neueren Anschauungen über die Natur des Wassers öfters erwähnt, und nicht nur in Zeitschriften, sondern auch in zusammenhängenden Werken besprochen. Es wird darnach gestrebt, dieselben durch Wiederholung der Versuche zu bestätigen, und sie werden entweder, als noch nicht genügend begründet, vorläufig abgewiesen oder, meist mit einigen Abänderungen versehen, angenommen; vorerst aber in keiner Weise direkt widerlegt oder vollständig verworfen.

So tritt ACHARD[2]) in Berlin alsbald, durch LAVOISIER's Versuche angeregt, an eine Prüfung des Phänomens der Wasserzersetzung heran, welche Versuche er in dem Sinne abändert, dass er die beim Ablöschen verschiedener glühender Stoffe in Wasser auftretenden Gase untersucht, die er je nach Art des

---

[1]) CRELL, Annal. 1785, Bd. I. p. 47—56.

[2]) FRANZ KARL, geb. 1753 Berlin, gest. 1821 Kunern.

Stoffes, teils als brennbare, teils als phlogistische oder fixe Luft anspricht.

Andererseits wiederholt er aber auch die Versuche ganz in der gleichen Weise, wie sie in Frankreich angestellt worden waren und überzeugt sich von der Richtigkeit der Beobachtung, die er durchaus bestätigen kann. Die Erklärungsweise aber erscheint ihm nicht plausibel. Er meint, dass die dabei entstehenden Gasarten Wasser mit Feuermaterie verbunden seien, dass das Wasser also bereits in den Luftarten vorhanden sei und, wenn es sich beim Verbrennen in Tropfen ansammele, nur deshalb sichtbar werde, weil ihm durch diese Operation der Feuerstoff entzogen worden sei. Das Wasser wäre also in diesem Falle nicht Produkt, sondern Edukt. [1])

Der Feuerstoff, der uns nach unseren heutigen Anschauungen befremdlich anmutet, ist aber eine Imponderabilie, mit welcher LAVOISIER ganz in der gleichen Weise wie ACHARD agiert. Für LAVOISIER ist Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas nicht etwa das, was es für uns heute ist, nämlich Wasserstoff und Sauerstoff, sondern es ist nach seinem eigenen Ausdruck principe oxygine + calorique und principe hydrogène + calorique. [2])

Diese Arbeit von ACHARD, der damals bereits Direktor der mathematisch-physikalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften zu Berlin war, ist typisch für die Art und Weise der Aufnahme der neueren Versuche und der daraus abgeleiteten Folgerungen. Dieselben werden einer durchaus unparteiischen Kritik unterzogen, und, was davon berechtigt scheint, ohne weiteres angenommen. Dass die Erklärungen dabei nicht immer mit denen LAVOISIERS übereinstimmen können, darf um so weniger Wunder nehmen, als dieser, wie wir sahen, auch noch mit so krausen Begriffen, wie der Feuerstoff es ist, arbeitet, und, worauf wir immer wieder hinweisen müssen, zu jener Zeit erst Bruchstücke, keineswegs aber eine in sich geschlossene, fertige Theorie vorgelegt hatte.

Zu einer ähnlichen Folgerung wie ACHARD gelangte anfangs

---

[1]) CRELL, Annal. 1785, Bd. I. p. 304—324, 387—392. 522—529.

[2]) Oeuvres. T. I. p. 46 ff.

WESTRUMB,[1]) der im gleichen Jahre Wasserdämpfe durch glühende Thonröhren leitete, und hierbei nur phlogistisierte Luft erhielt.[2]) Aber schon ein Jahr später neigt er sich zu der Ansicht, dass „Wasser wirklich wie CAVENDISH und LAVOISIER behaupten, dephlogistisierte mit Brennbarem völlig gesättigte Luft ist, die nur so viel spezifisches Feuer enthält, als sie zur wässrigen Flüssigkeit bedarf"; [3]) und wieder nach Jahresfrist sagt er, indem er seine Theorie, nach welcher die Metallkalke Wasser enthalten, darlegt: „Mir scheint, als ob bei diesem Versuche die Entstehung der entzündbaren Luft teils von der wahren Verbrennung des Metalles, teils von einer wirklichen Zerlegung des Wasser herrühre." [4]) Er zeigt dann auch noch deutlich, dass er sich mit seiner Theorie der Metallverkalkung nicht in Gegensatz zu LAVOISIER's Anschauungen stellen will, sondern nur von der Richtigkeit der Ausführungen desselben noch nicht völlig überzeugt ist, wenn er fortfährt: „Ich kann mich nun einmal nicht überreden, dass hier das Wasser allein die Quelle der entzündbaren Luft sei, sowie ich das auch nicht vom Eisen zu glauben imstande bin. Ich glaube im Gegenteil, man müsse auch hier die Meinung des Herrn LAVOISIER mit der Meinung des Herrn KIRWAN vereinigen." [5])

Auch HERMBSTAEDT,[6]) den wir bald als entschiedenen Anhänger der neuen Theorie kennen lernen werden, lehnt dieselbe anfänglich, in einigen Punkten wenigstens, ab, aber wieder nur aus dem Grunde, weil ihm die Beweise für die Wahrheit der neuen Erklärungsweisen noch nicht überzeugend genug sind, und er beurteilt sie als ein vollkommen neutraler Richter, ohne ihnen irgendwie Unrichtigkeiten oder Mängel vorzuwerfen. Bei einer Besprechung der verschiedenen Ansichten über die Entstehung der Lebensluft sagt er: „Ich werde mich nicht lange bei den Theorien von BERGMANN, FONTANA und LAVOISIER aufhalten, da sie der Sache am wenigsten Genüge leisten, nur

---

[1]) geb. 1751 Noerten, gest. 1819 Hameln.
[2]) CRELL, Annal. 1785, Bd. II. p. 499.
[3]) CRELL, Annal. 1786, Bd. I. p. 527.
[4]) CRELL, Beiträge z. d. ch. Annal. 1787, Bd. II. p. 172.
[5]) a. a. O. p. 173.
[6]) geb. 1760 Erfurt, gest. 1833 Berlin.

die des Hr. SCHEELE und JAMES WATT scheinen mir mehr Aufmerksamkeit zu verdienen.“ [1]) Da aber nach seiner Angabe WATT's Ansicht die war, dass Lebensluft Wasser sei, welches seines Phlogistons beraubt und mit Feuer erfüllt sei, erkennt er doch, obgleich sich gegen LAVOISIER erklärend, die Lehre von der zusammengesetzten Natur des Wassers als wahrscheinlich an.

In einer späteren Arbeit, in der HERMBSTAEDT seine Theorie der Gärung, nach welcher sich der bei derselben auftretende Weingeist und die Luftsäure (Kohlensäure) erst während der Fermentation durch Zutritt des Sauerstoffs der Luft bilden sollte, darlegt, erwidert er dem Einwurf WESTRUMB's [2]), dass die anfangs entwickelte fixe Luft, die sich zwischen den gärenden Körper und die Lebensluft lagere, die weitere Berührung dieser beiden Teile verhindern müsse, mit den Worten: „Sehr gerne halte ich mich hiedurch für überwunden, da ich nichts mit ganzem Grunde dagegen einzuwenden weiss, Hr. LAVOISIER's Hypothese bleibt daher um so eher hinreichend, da ihr jener Einwurf gar nicht gemacht werden kann. Wer aber hat bis jetzt die Zerlegung des Wassers noch so genau erweisen können, dass man sie für ausgemacht richtig annehmen kann.“ [3])

Auf die Zersetzung des Wassers kommt HERMBSTAEDT deswegen, weil LAVOISIER den zur Bildung von Weingeist und Luftsäure nötigen Sauerstoff aus einer bei der Gärung gleichzeitig stattfindenden Wasserzersetzung herrührend erklärt hatte. Bei dieser Annahme würde denn der Einwurf WESTRUMB's, dass die über den Gärbottichen ruhende Kohlensäure die Zufuhr des Sauerstoffes aus der Luft abschnitte, nicht mehr stichhaltig sein, da ja das zersetzte Wasser den Sauerstoff liefern würde. Der Verfasser war aber damals von der Zersetzung des Wassers noch nicht überzeugt, da immer noch in ihren Resultaten sich widersprechende Versuche gemeldet wurden, und so sagt er denn, die Theorie LAVOISIERS ist schon recht, aber erst bleibt noch die Thatsache der Zersetzung des Wassers zu beweisen.

Auf einen anderen Standpunkt stellt sich KLAPROTH.

---

[1]) HERMBSTAEDT, Phys.-chem. Versuche (L 97), Bd. I. 1786 p. 255.
[2]) WESTRUMB, Kl. phys. chem. Abh. (L 158), Bd. II. p. 276.
[3]) HERMBSTAEDT, a. a. O. Bd. II. 1789 p. 254.

Diesem ist der Versuch der Wasserzersetzung sehr wohl gelungen, aber die Theorie leuchtet ihm nicht ein. Gründe dagegen bringt er jedoch nicht vor. Er sagt nur: „Ich sowohl als mehrere Personen finden die Richtigkeit der Versuche des Herrn LAVOISIER durch Erfahrung bestätigt; ob ich gleich weit entfernt bin, seine Theorie zu adoptieren und eine Zerlegung des Wassers hier zu finden.“ [1])

Auch BUCHOLZ [2]) kann sich mit LAVOISIER's theoretischen Anschauungen nicht befreunden, wiewohl er einen Zweifel in die Richtigkeit der Versuche nicht setzt. Er sagt: „dass er, so sehr er LAVOISIER's Verdienste um die Chemie und seine vielen Entdeckungen neuer Wahrheiten ehre und schätze, sich doch durch seine vorgebrachten Gründe noch nicht von seinem System, welches das Phlogiston ganz aus der Natur verbannt, überzeugen kann“. [3])

Ebenso verhält sich TROMMSDORFF [4]). Auch dieser ist überzeugter Anhänger der Lehre von der zusammengesetzten Natur des Wassers: „Fast scheint es mir,“ heisst es bei ihm, „als wenn die Elementarluft in den meisten Körpern mit Brennstoff gesättigt als Wasser läge, weil man dieses aus allen Körpern ausscheiden kann.“ [5]) Demnach ist für ihn das Wasser eine Verbindung von Lebensluft mit Brennbarem und somit nimmt er, da dieses letztere damals meist für identisch mit Wasserstoff gehalten wurde, die neue Lehre von der Zusammensetzung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff an, sucht aber, da er ja am Brennbaren (Phlogiston) festhält, diese Entdeckung der alten Lehre anzupassen.

Obgleich sich nicht mit der Lehre von der Zusammengesetztheit des Wassers befassend, geben uns einige Abhandlungen GREN's, die hier, da auch sie noch vor dem Erscheinen des Traité abgefasst sind, Erwähnung finden sollen, einen sprechenden Beweis dafür, mit wie ruhiger Ueberlegung die Arbeiten LAVOISIER's in Deutschland geprüft und wie nur den

---

[1]) CRELL, Annal. 1786, Bd. I. p. 203.

[2]) geb. 1734 Bernburg, gest. 1798 Weimar.

[3]) CRELL, Beiträge z. d. ch. Annal. 1788, Bd. III. p. 474.

[4]) geb. 1770 Erfurt, gest. 1837 Erfurt.

[5]) CRELL, Annal. 1788, Bd. I. p. 332.

damaligen Ansichten nach, durchaus gerechte Einwendungen gegen dieselben erhoben wurden, ehe man das System in seinem vollen Umfange kannte.

Gren macht der Theorie von der Metallverkalkung in einem Briefe an Crell den Einwurf „er könne es nicht begreifen, wie es möglich sein solle, dass ein Gas so grosse Hitze, wie beim Glühen der Metalle verwendet wird, aushalten könne, ohne zu entweichen, und wie beim Verkalken, wenn es im Glühen geschieht, sich expansible Luft in das Metall einhängen solle.“ [1]) In der That musste dies auch für Gren, der als Anhänger der Lehre von der negativen Schwere des Phlogistons besonders auf die Erscheinungen achtete, bei denen durch Wärme ein Entweichen von Gasen stattfand, unbegreiflich erscheinen, ausserdem mussten auch für ihn und alle diejenigen, die noch nicht ganz und voll in alle Einzelheiten der Theorie eingedrungen waren, Lavoisier's Erklärungsweise für die Verkalkung der Metalle und seine Anschauungen über die Natur der Gase sich vollständig zu widersprechen scheinen. Denn erst wird nach Lavoisier ein Gas durch Zusammentreten irgend einer Basis mit dem Feuerstoff gebildet (Basis des Sauerstoffs + Feuerstoff = Sauerstoffgas), dann wird, wiederum durch zugeführten Feuerstoff, das Gas zersetzt (beim Erhitzen der Metalle in Sauerstoffgas geht die Basis des Sauerstoffgases an die Metalle und der Wärmestoff wird frei) und endlich soll bei weiterem, stärkerem Erhitzen durch Zusammentreten der Basis ebenfalls mit Feuerstoff in der gleichen Operation das Gas sich von neuem bilden. Denn gerade die Verkalkung von Quecksilber, bei welcher ja diese Vorgänge in der geschilderten Weise sich nacheinander abspielen, wurde von Lavoisier als eine der Hauptstützen seiner Theorie angesehen.

Diese aus den Anschauungen jener Zeit heraus gewiss begründeten Zweifel Gren's machen ihn dennoch keineswegs blind gegen das Bestechende in der Erklärungsweise Lavoisier's. Man merkt es deutlich, wie er sich schon damals dem Einflusse derselben nicht entziehen kann, denn er fährt fort: „Wäre nur der Phosphor nicht so kostbar, um auch damit überzeugende

---

[1]) Crell, Annal. 1786, Bd. II. p. 516.

Versuche anstellen zu können.“ [1]) Und in der That wurde auch später das Gelingen des Versuches mit dem Phosphor für GREN Veranlassung zur Aufgabe seiner früheren Ansichten.

Einen weiteren, von seinem Standpunkt aus ebenfalls ganz berechtigten Einwurf macht GREN der LAVOISIER'schen Theorie bei einer Besprechung [2]) der KIRWAN'schen Erklärungsweise über die Entstehung der fixen Luft, die er für so gut wie identisch mit der Auffassung LAVOISIER's hält. Er schreibt: „Ich halte es nicht für nötig, mich hier weitläufiger über Hr. LAVOISIER's System von der Entstehung der fixen Luft auszulassen, da es von dem KIRWAN'schen nicht sehr abweicht. Er nimmt kein Phlogiston an, setzt aber anstatt dessen einen gewissen Grundstoff der Kohlen voraus, welcher mit der reinen Luft Luftsäure hervorbringt. Sieht nicht jeder leicht ein, dass dies ein blosser Wortstreit ist, denn was ist der Grundstoff der Kohlen, den er sonst auch brennbare Luft der Kohlen nennt? Versteht er nicht das darunter, was wir unter dem Namen Phlogiston begreifen?“ [3])

Der Kohlenstoff LAVOISIER's hatte auch zweifellos einige Ähnlichkeit mit dem Phlogiston, denn auch er wurde in vielen brennbaren Körpern vorausgesetzt, verschwand bei der Verbrennung und seine Darstellung in freiem Zustande war LAVOISIER eben so wenig gelungen als die des Phlogistons den Anhängern der STAHL'schen Anschauungen gelungen war. Die oben schon erwähnte, der Abhandlung von 1775 entnommene Stelle: „Die meisten Metallkalke lassen sich nicht reduzieren, d. h. sie gehen nicht in ihren metallischen Zustand zurück ohne unmittelbare Berührung mit einer kohligen Materie oder irgend einer Substanz, welche das enthält, was man Phlogiston nennt“, [4]) liefert den Beweis, dass LAVOISIER selbst früher dem Phlogiston in manchen Fällen die gleiche Wirkung zuschrieb, wie er sie später für den Kohlenstoff annahm. Da er ferner von dem Kohlenstoff nur immer sagt, man müsse diesen für eine elementare Substanz

---

[1]) CRELL, Annal. 1786, Bd. II. p. 516.

[2]) CRELL, Beiträge z. d. ch. Annal. 1787, Bd. II. p. 53—62, 296—330, 425—444; 1788 Bd. III. p. 229—250.

[3]) CRELL, Beiträge z. d. ch. Annal. 1788, Bd. III. p. 233.

[4]) Oeuvres T. II. p. 123.

halten, weil er bisher noch nicht habe zersetzt werden können,[1]) und ihm eine, wenn auch geringe. Affinität zum Feuerstoff zusprechen,[2]) und da andrerseits, wie er selbst zugesteht,[3]) seine Ideen über die Art und Weise der Verbindung des Feuerstoffes, auch mit den fetten Substanzen, noch nicht ausgereift sind, kann man GREN's Auffassung wohl gelten lassen.

Diese Beispiele mögen genügen, um die Art und Weise zu kennzeichnen, wie die Lehren LAVOISIER's von denjenigen der deutschen Chemiker aufgenommen wurden, die auch dem theoretischen Teile der Chemie genügend Aufmerksamkeit schenkten und es damals schon für angemessen hielten, auf die neuen Lehren näher einzugehen. Neben diesen existiert noch eine ganze Reihe von meist praktischen Chemikern, die sich nur gelegentlich über die neueren Anschauungen äusserten, da sie den Unterschied der beiden Systeme nicht für wesentlich hielten, und solcher die ohne weitere Bemerkung, auch wenn ihnen die Versuche LAVOISIER's bekannt waren, fortfuhren, in dem Sinne der gewohnten phlogistischen Theorie zu schreiben.

So z. B. erwähnt und bespricht wohl KARSTEN[4]) 1785 in seinem „Entwurf der Naturwissenschaften" die Versuche der französischen Chemiker, hält aber den Unterschied der beiden Theorien nur für einen Wortstreit, indem er, wie sein Schüler GREN, den Kohlenstoff für gleichbedeutend mit Phlogiston betrachtet[5]); infolgedessen behält er die phlogistischen Anschauungen ohne Abänderung bei.

Dieselbe Ansicht über diesen Teil der neuen Lehre hegt LORENZ, der in seiner Schrift „Chemisch-physische Untersuchung des Feuers" von 1789 über das Phlogiston sagt: „LAVOISIER sucht es aus der Reihe der Wesen auszustossen, es scheint aber, als wenn diejenigen, die es leugnen, eine Kohlenerde an dessen Stelle setzen, welches denn auch auf eines hinauslaufen wird." [6]) Obwohl LORENZ in seiner Arbeit gegen die

---

[1]) Oeuvres T. I. p. 55 u. 161.
[2]) Oeuvres T. I. p. 96.
[3]) Oeuvres T. I. p. 141.
[4]) geb. 1732 Neu Brandenburg, gest. 1787 Halle.
[5]) KARSTEN, Kurzer Entwurf der Naturwissenschaften (L 72) 1785.
[6]) LORENZ, Chem.-phys. Unters. des Feuers 1789 (L 179) p. 141.

Existenz einer Feuermaterie auftritt, und das Feuer als eine Modifikation oder innere Bewegung der kleinsten Teilchen eines Körpers ansieht, ist er andrerseits doch noch Anhänger des materiellen Brennstoffes.

In noch umfassenderer Weise wie LORENZ geht MARNE 1787 [1]) gegen die Imponderabilien vor, die er vollständig, auch mit Einschluss des Phlogistons [2]) verwirft, ohne jedoch LAVOISIER's Theorie dabei zu nennen oder ähnliche Ansichten wie dieser aufzustellen. Seiner unklaren und schwülstigen Schreibweise nach zu urteilen, scheint er selbst durchaus keine gefestigte Vorstellung von dem Wesen des Feuers, des Lichtes und der Wärme, über die er schreibt, gehabt zu haben.

Die übrigen Chemiker beteiligen sich in keiner Weise an dem Streite, sie fassen ihre Schriften in phlogistischem Sinne ab, ohne weiter von der schwebenden Frage, ob es ein Phlogiston gäbe oder nicht, Notiz zu nehmen.

So ist GMELIN's [3]) „Einleitung in die Chemie" von 1780, BATSCH's [4]) „Erste Gründe der systematischen Chemie" von 1789, MARCHAND's Schrift „Über Phlogiston, elektrische Materie, Licht, Luft etc." von 1787 noch vollständig frei von dem Einflusse der Arbeiten LAVOISIER's.

Alle diese sehen erst später den Gegensatz der neueren Anschauungen zu den früheren ein und treten dann, soweit sie es überhaupt für nötig halten, für ihre Meinung öffentlich ein. Sie bestätigen durchaus unsere Behauptung, dass, bevor durch die Einführung der neuen Nomenklatur und Zusammenfassung der gesamten Theorie in dem Traité élémentaire die Bedingungen gegeben waren, die eine ausdrückliche Entscheidung für die eine oder andere Partei von den Chemikern verlangten, die ersten Arbeiten LAVOISIER's in Deutschland ohne eigentlichen Kampf aufgenommen wurden.

Bevor wir aber diese Ereignisse näher besprechen, wollen wir die Aufnahme der neuen Ansichten in den anderen Ländern betrachten, um zu zeigen, dass dieselbe in keiner Weise gün-

---

[1]) MARNE, Über Feuer, Licht und Wärme 1787 (L 132).

[2]) MARNE, a. a. O. p. 248.

[3]) geb. 1748 Tübingen, gest 1804 Göttingen.

[4]) geb. 1764 und gest. 1802 Jena.

stiger war als in Deutschland, dass man auch hier die herrschenden Anschauungen so lange aufrecht hielt, bis man sich vollständig von der Unrichtigkeit derselben überzeugt hatte, was ebenfalls erst durch eine Menge wiederholender Versuche und eine ausführliche Besprechung aller Gründe, die sich für und wider die neue Theorie anführen liessen, erreicht wurde.

Es ist natürlich, dass uns nicht in gleichem Masse fremdsprachige Zeitschriften und Einzelwerke zu Gebote gestanden haben, und auch die, schon in der Einleitung bemerkte Gepflogenheit der nichtdeutschen Bibliotheken, deren Statuten Büchersendungen in das Ausland nicht zulassen, erschwerte die Heranschaffung des Materials. Wir haben deshalb der erstrebten Vollständigkeit im Heranziehen aller, auf unser Thema bezüglichen Arbeiten, was die ausländische Litteratur anbetrifft, nicht im gewünschten Masse nachkommen können. Wenn wir daher auch nicht alle hierher gehörigen nichtdeutschen Schriften berücksichtigen können, so glauben wir, den Zweck unserer Arbeit, der darin besteht, nachzuweisen, dass die Aufnahme der Theorie in Deutschland ganz in der gleichen Weise als in den anderen Ländern stattgefunden hat, dennoch befriedigend erfüllen zu können.

Betrachten wir zuerst die Aufnahme der Lavoisier'schen Anschauungen in Frankreich selbst!

Auch hier werden dieselben keineswegs widerspruchslos hingenommen und es wird, wie aus dem oben (p. 18, Anmerk. 2) angeführten Citat Macquer's hervorgeht, auch dor noch im Jahre 1779 nicht an der Wahrheit der Stahl'schen Ansichten ernstlich gezweifelt. Lavoisier stand lange Zeit mit seiner Auffassung vereinzelt da, und erst in einer im Dezember 1783 der Akademie eingereichten Abhandlung [1]) kann er von seiner Verbrennungstheorie sagen, dass „der Teil derselben, der sich auf die Vereinigung der Luft oder des Sauerstoffes mit den Metallen, um die Metallkalke zu bilden, bezieht, heute von einer grossen Anzahl von Chemikern und Physikern zugestanden und anerkannt ist." [2])

[1]) Über die Lösung der Metalle in Säuren. Mém. de l'Acad. pour 1782, gedruckt 1785.

[2]) Oeuvres T. II. p. 509.

Es ist aus LAVOISIER's Worten nicht ersichtlich, ob er nur von französischen Chemikern oder von Chemikern überhaupt spricht; jedenfalls ist diese Lehre auch in Deutschland zuerst und ohne nennenswerten Widerspruch aufgenommen worden und er wäre berechtigt gewesen, unter den „meisten" Chemikern auch die Deutschlands mit einzubegreifen.

Mit seinen weitergehenden Ansichten gewann er sich Anhänger zunächst mehr aus den Kreisen der Physiker und der Mathematiker, d. h. solcher Forscher, bei denen der newtonianische Begriff der Schwere schon vollständig gefestigt war, und bei denen daher LAVOISIER's leitender Grundsatz von der Unvergänglichkeit des Stoffes nicht nur volles Verständnis und weitgehendes Entgegenkommen fand, sondern auch in seiner Wichtigkeit sofort erkannt wurde. Im Gegensatz dazu war es bei der grossen Mehrzahl der Chemiker viel weniger das Prinzipielle in den Anschauungen LAVOISIER's, was sie interessierte, als eine ganz bestimmte Einzelthatsache, nämlich die Zersetzung des Wassers, die ihre Aufmerksamkeit in so hohem Masse fesselte, dass sie sich nunmehr näher mit der neuen Theorie zu befassen begannen, und so finden wir denn erst nach der Erkennung dieser Thatsache unter ihnen ausgesprochene Anhänger der neuen Lehre.

LAVOISIER giebt selbst für den Beitritt der bedeutendsten seiner Anhänger zu seiner Theorie folgende Daten an: „Diese Theorie wurde zuerst von FOURCROY[1]) im Winter 1786—1787 gelehrt; sie wurde von GUYTON DE MORVEAU[2]) in einer noch späteren Zeit angenommen, BERTHOLLET[3]) endlich schrieb 1785 noch nach dem phlogistischen System." [4])

FOURCROY lehnt im Jahre 1784 und auch noch 1786 die neue Theorie als unzulänglich ab und glaubt nicht, „dass man von einer Annahme des Phlogistons absehen könne." [5]) Dem entsprechend sind auch die beiden ersten Auflagen seiner „Eléments d'histoire

---

[1]) geb. 1755 Paris, gest. 1809 Paris.
[2]) geb. 1737 Dijon, gest. 1816 Paris.
[3]) geb. 1748 Taloire, gest. 1822 Arcueil.
[4]) Oeuvres T. II. p. 104.
[5]) FOURCROY, Mémoires et Observat. de Chim. (L 44) T. III. 1784 p. 423.

naturelle et de Chimie“ von 1781 und 1786 im Sinne vollständig nach der Phlogistontheorie abgefasst,[1]) erst der dritten Auflage (1789) legt er dann die antiphlogistische Theorie zu Grunde und in der vierten (1790) endlich bekennt er sich vollständig als Anhänger derselben mit den Worten: „In dieser Ausgabe ist meine Meinung noch deutlicher (plus fortement) ausgedrückt, weil meine Ueberzeugung für die pneumatische Lehre seither noch mehr gefestigt worden ist.“[2]) Dieser ganz allmähliche Uebertritt Fourcroy's zur neuen Theorie wird auch dadurch bestätigt, dass er 1788, nachdem er also schon in der Kommission zur Feststellung einer neuen Nomenklatur mit Lavoisier gemeinschaftlich gearbeitet hatte, doch noch zugesteht, „dass in der Theorie der Verbrennung noch manches aufzuklären bleibe, und befürchtet, dass man vielleicht doch zu schnell allgemeine Grundsätze aufgestellt habe.“[3])

Morveau, der in dem Artikel „Acides“[4]) der „Encyclopédie méthodique“ (1786) Lavoisier's Anschauung von der Natur der Säuren vertritt, kann sich für die anderen Auseinandersetzungen, „in welchen der gelehrte Chemiker sich gänzlich von dem Phlogiston frei machen zu können glaubt,“[5]) nicht erklären. Erst eine persönliche Zusammenkunft mit Lavoisier, die im Jahre 1787 stattfand, liess ihn das Uebergewicht der neuen Theorie voll erkennen. Er schreibt: „Mir scheint das System vom Phlogiston immer schwerer zu verteidigen, wenigstens finde ich nichts als Schwierigkeiten in den angeführten Beweisen. Die Entdeckung von der Zerlegung des Wassers, die unmittelbare Zusammensetzung der Luftsäure aus Lebensluft und Kohle, ferner die schönen Versuche von Herrn Berthollet über die phlogistische Luft, die er im flüchtigen Alkali und in der tierischen Substanz fand, endlich Herrn Cavendish's Versuche über die Bildung der Salpetersäure, verbreiten

[1]) Wir erinnern an dieser Stelle daran, dass Scherer's „Geschichte der Luftprüfungslehre“, die bereits 1785 erschien, wie wir sahen, auf Lavoisier's System ausdrücklich hinweist, und Anleitung giebt, wie die Schrift in diesem System zu lesen sei.

[2]) Fourcroy, Eléments (L 90). Auflage V 1791, Vorrede p. IX.

[3]) Annales de Chimie 1790 Bd. IV p. 249.

[4]) Encycloped. méthod. 1786 (L 107) Chimie, Bd. I. p. 27—32.

[5]) a. a. O. p. 29.

ein neues Licht über viele Gegenstände, wobei es unnötig ist, zu der Hypothese vom Phlogiston seine Zuflucht zu nehmen, wofern sie es überhaupt noch zulassen sollten." [1])

Also erst der persönliche Verkehr mit den Verteidigern der neuen Lehre und erst die Beteiligung an den Versuchen dieser, hatte Morveau die Vorteile der neuen Theorie voll erkennen lassen, und nun sucht er im Jahre 1788 durch Wiederholung der wichtigsten Versuche in den öffentlichen Vorlesungen der Akademie zu Dijon „seine Zuhörer in den Stand zu setzen, über die Stärke der Gründe zu urteilen, wodurch man noch Stahl's System zu unterstützen glaubt," [2]) und verschafft hierdurch der neuen Lehre weitere Verbreitung.

Die drei von Lavoisier als erste Anhänger seiner Theorie genannten, Fourcroy, Morveau und Berthollet, sowie die in den ersten Jahren durch eifrige Verteidigung derselben sich auszeichnenden Chemiker Adet (geb. 1763), Hassenfratz (geb. 1755) [3]), Vauquelin (geb. 1763) etc. waren jüngere [4]) Männer, die grossenteils sich erst der Chemie zuwandten, als die Phlogistontheorie schon in vielen Punkten angezweifelt war, für sie war es daher leicht, mit den alten Anschauungen zu brechen; anders bei den älteren Chemikern, die ihre Studien noch zur Zeit der unbeschränkten Herrschaft der alten Theorie begonnen haben. Diese lassen sich nur mit Mühe, manche sogar überhaupt nicht, von der Unrichtigkeit ihrer Ansichten überzeugen.

---

[1]) Crell, Annal. 1787, Bd. II. p. 54.

[2]) Crell, Annal. 1788, Bd. II. 118.

[3]) Hassenfratz, der als Schüler der Ecole des mines mit Stouth und d'Hellancourt beim Ablöschen von glühendem Eisen in Wasser die Entwickelung von brennbarer Luft beobachtet hatte, (Kopp, Geschichte, Bd. III. p. 272) wurde Amanuensis von Lavoisier.

[4]) Das gilt von Guyton de Morveau, der 1737 in Dijon geboren wurde, zwar nicht, aber Morveau war erst Jurist, von 1755—1782 Generaladvokat am Parlament zu Dijon. Seine erste chemische Arbeit ist aus dem Jahre 1769 „Sur les phénoménes de l'air dans la combustion". Dieselbe ist also, obgleich er selbst 6 Jahre älter wie Lavoisier, doch erst 4 Jahre nach dessen erster Arbeit erschienen. 1773 schrieb er „Defense de la volatilité du phlogistique". Dijon 8°. Im gleichen Jahre entdeckte er die Chlorräucherung, die er aber erst viel später im „Traité de désinfecter l'air, Paris 1801" ausführlich beschrieb.

Zu den eifrigsten Verteidigern der STAHL'schen Theorie in Frankreich gehört DE LA MÉTHERIE,[1]) der als Mitherausgeber der „Observations sur la Physique“ durch Abhandlungen und Notizen in diesen sowohl, als durch seine ausgebreitete Correspondenz die Phlogistontheorie zu halten suchte. Besonders die Lehre von der zusammengesetzten Natur des Wassers zweifelt er hartnäckig an, obwohl er selbst eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand mit gutem Erfolg ausgeführt hatte. Er sagt: „Ebensowenig, wie sich in den Versuchen, von VAN HELMONT und BOYLE das Wasser in Erde verwandelt hat, ebensowenig hat sich bei den neueren Versuchen die Luft in Wasser verwandelt.“ [2]) Er ist der Ansicht, dass die bei der sogenannten Zersetzung des Wassers auftretende brennbare Luft aus dem Phlogiston stamme[3]) und das bei der Verbrennung von dephlogistisierter und entzündlicher Luft abgeschiedene Wasser einer Feuchtigkeit der beiden Luftarten seinen Ursprung verdanke.[4])

Der Abneigung gegen diese Lehre zufolge greift er denn auch alle Umstände heraus, die bei den Versuchen LAVOISIER's zu Ungunsten der Folgerungen desselben wirken konnten, und so hebt er besonders die Thatsache hervor, dass bei der mit MEUSNIER ausgeführten Analyse des Wassers die Röhren undicht gewesen seien. „Unter solchen Umständen,“ fährt er fort, „sind also diese Resultate für einen Naturkündiger nicht beweisend.“ [5])

Um auch den Lesern seines Journals eine Entscheidung zwischen den beiden sich gegenüberstehenden Ansichten zu erleichtern, nimmt sich DE LA MÉTHERIE 1786 vor, alles abdrucken zu lassen, was sowohl für als gegen die neue Theorie gesagt werde, und hofft auf diese Weise nach Kräften zu einer baldigen Beendigung der Krisis beizutragen, „denn,“ schreibt er an CRELL, „in der gegenwärtigen Lage der Wissenschaften

---

[1]) geb. 1743 Clayette, gest. 1817 Paris.

[2]) Essai analytique sur l'air. Auflage 2, 1788 (L 159a) Bd. II. p. 510.

[3]) Observ. sur la Phys. 1785, T. 27, p. 187.

[4]) CRELL, Annal. 1786, Bd. II. p. 92.

[5]) CRELL, Annal. 1786, Bd. I. p. 517.

und bei der Höhe, die sie erreicht haben, ist es unmöglich, dass wir lange in einer solchen Ungewissheit bleiben können." [1])

In ähnlicher Lage wie DE LA MÉTHERIE befindet sich auch BAUMÉ. [2]) Er hat die Versuche über die Zersetzung und Bildung des Wassers wiederholt und die gleichen Resultate erzielt wie LAVOISIER, aber trotzdem kann er sich nicht entschliessen, dieselben Folgerungen, wie dieser, daraus zu ziehen, sondern glaubt doch noch Grund dazu zu haben, „das Wasser als ein unzerstörbares und unverwandelbares Element zu betrachten, so lange, bis die Versuche das Gegenteil beweisen." [3]) Er ist von der Unrichtigkeit der neuen Lehre so sehr überzeugt, dass er von den Anhängern derselben sagt: „Ihr Eifer und ihre Wahrheitsliebe bieten mir sichere Garantie dafür, dass sie mit Vergnügen noch einmal auf Versuche, die mehr scheinbar als entscheidend (plus spécieuses que concluantes) sind, und die schon mehrere Gelehrte zu Irrtümern veranlasst haben, zurückkommen werden." [4])

BAUMÉ glaubt also, wie aus diesen Worten hervorgeht, im Jahre 1789 noch eher, dass das ganze Lehrgebäude LAVOISIER's wieder zusammenstürzen könne, als dass die STAHL'sche Theorie wirklich überzeugend widerlegt werde. Obwohl er als Mitglied der Akademie die ganze Entwickelung der pneumatischen Chemie verfolgt hat, auch in dieser Eigenschaft den Versuchen LAVOISIER's beigewohnt, sich von der Thatsächlichkeit der Resultate überzeugt, und sogar mit diesem gemeinschaftlich Berichte [5]) abgefasst hat, gelten ihm doch die Ansichten, denen „BOYLE, BOERHAAVE, STAHL, MUSSCHENBROEK, S'GRAVESANDE, DESAGUILLIERS und andere gehuldigt haben," [6]) höher als diejenigen, die sich aus Versuchen ableiteten, die er zum Teil selbst mit angestellt hatte.

Während BAUMÉ in ruhiger Weise seine älteren Ansichten

---

[1]) CRELL, Annal. 1786, Bd. II. p. 431.

[2]) geb. 1728 Senlis, gest. 1804 Paris.

[3]) Mém. de l'Acad. Royale d. sc. pour 1789, p. 93.

[4]) a. a. O. p. 89.

[5]) Rapport sur l'opération du départ. Mém. de l'Acad. Royale d. sc. pour 1780, p. 613.

[6]) Mém. de l'Acad. Royale d. sc. pour 1789, p. 89.

gegen die neuen zur Geltung zu bringen sucht, und die Verdienste der jüngeren Chemiker trotz seiner Verehrung für die alten Autoritäten anerkennt, richtet sich SAGE[1]) in einigen Briefen an DE LA MÉTHERIE mit scharfen Ausdrücken gegen LAVOISIER's Lehren und besonders gegen die von der zusammengesetzten Natur des Wassers. Er wirft der neuen Richtung vor: „On se borne presque toujours en physique à se familiariser avec les propriétés des mixtes, sans occuper à déterminer leur essence ni leur origine, et l'on se contente de théories qui paraissent suffisantes, parce qu'elles sont adoptées par quelques sectaires.“ [2])

Die Behauptung, dass Wasser aus dephlogistisierter und brennbarer Luft sich bilde, scheint ihm unrichtig und er meint, dass, wenn dies der Fall wäre, und man bei der Zersetzung des Wassers brennbare Luft abscheiden könne, „so müsste man die entzündliche Luft zugleich als Sohn und als Vater des Wassers ansehen.“ [3]) Er glaubt vielmehr, dass die brennbare Luft aus Wasser und phlogistischer Feuerluft zusammengesetzt sei, und dieser Meinung blieb er bis an sein Lebensende treu; SAGE gehört mit PRIESTLEY zu den wenigen, die sich niemals den neuen Anschauungen angeschlossen haben.

Diesen französischen Chemikern wollen wir noch den Genfer Stadtbibliothekar, der auch als Botaniker zu grossem Ruf gelangte, JEAN SENEBIER [4]) anschliessen.

SENEBIER vertritt in den hier in Betracht kommenden Jahren die Phlogistontheorie mit grossem Eifer aber in rein sachlicher Weise gegen die Anschauungen LAVOISIER's. Schon in den Jahren 1776—1777, also noch bevor LAVOISIER durch Aufstellung der Verbrennungstheorie die Richtigkeit der STAHL-schen Ansichten angezweifelt hatte, versuchte SENEBIER in drei Abhandlungen die Mitwirkung des Phlogistons bei den verschiedensten Veränderungen in den drei Naturreichen zu erweisen. [5]) Er kommt zu dem Schluss: „Das Phlogiston ist

---

[1]) geb. 1740 und gest. 1824 Paris.
[2]) Observ. sur la Phys. 1789, T. 34, p. 66.
[3]) a. gl. O., Anmerkung.
[4]) geb. 1742 und gest. 1809 Genf.
[5]) Sur le Phlogistique considéré comme la cause du développement

die Ursache der Flüchtigkeit, der Löslichkeit, der Schmelzbarkeit, der Verkalkung und der Verbrennung der Körper.“ [1])

Später, im Jahre 1784, richtet er sich gegen die Ansicht KIRWAN's von der Identität des Wasserstoffs mit dem Phlogiston und bestreitet in der gleichen Arbeit bereits LAVOISIER's Lehre von der zusammengesetzten Natur des Wassers. Er glaubt das Auftreten von Wasser bei der Verbrennung von brennbarer in dephlogistisierter Luft aus einem Feuchtigkeitsgehalt der beiden Gasarten, und die, bei dem Versuch LAVOISIER's über die Zersetzung des Wassers auftretende brennbare Luft als aus dem Eisen stammend, die Verkalkung dieses letzteren von Luft, die der Wasserdampf mit sich führte, herrührend, erklären zu müssen.[2])

Diese Erklärungsweise von der Entstehung der brennbaren Luft aus dem Eisen deckt sich, worauf wir besonders und ausdrücklich aufmerksam machen wollen, weil es zeigt, dass LAVOISIER zu jener Zeit noch keineswegs fest in seinen Anschauungen gewesen ist, mit den Ansichten desselben, denen er selbst in seinen Laboratoriumstagebüchern Ausdruck verleiht. Dort sagt er am 24. Juni 1783, er habe „de l'air inflammable tiré du fer par l'acide vitriolique“ [3]) mit dephlogistisierter Luft zu Wasser verbrannt. Hier zeigen sich zwei Erklärungsweisen LAVOISIER's als in deutlichem und unlöslichem Widerspruch stehend, denn in obigen Worten sagt er bei der Bildung des Wassers im Einklang mit den phlogistischen Lehren, die brennbare Luft stamme aus dem Eisen, bei der Wasserzersetzung dagegen behauptet er, das Eisen als Element könne keine brennbare Luft liefern, diese müsse vielmehr von einer Zersetzung des Wassers herrühren.[4])

Am direktesten und eingehendsten verficht SENEBIER seine

---

de la vie et de la destruction de tous les êtres dans les trois Règnes. Observ. sur la Phys. 1776. T. 8 p. 25—37; 1777 T. 9 p. 97—104, 366 bis 376.

[1]) Observ. sur la Phys. 1777 T. 9 p. 368.

[2]) Recherches analytiques sur la nature de l'air inflammable. (L 56) 1784. p. 277—297.

[3]) BERTHELLOT, Révolution (L 447), p. 293.

[4]) Oeuvres T. II. p. 354.

Ansichten in einer Abhandlung von 1787 [1]), die sich gegen LAVOISIER's „Réflexions sur le Phlogistique" richtet. In der Einleitung zu dieser rechtfertigt er die Annahme des hypothetischen Phlogistons mit den Worten: „Es ist unmöglich, sich mit physischen Wissenschaften zu beschäftigen, ohne Wesen zu Hilfe zu nehmen, zu deren Annahme die Vernunft gezwungen wird, obgleich ihr die Sinne dieselben nicht beweisen können, solche sind das magnetische-, das feurige- und das Nervenfluidum, ein solches ist vielleicht auch die mechanische Ursache der Schwere und ein solches wird auch das Phlogiston sein". [2])

Es muss besonders hervorgehoben werden, dass SENEBIER hier die Schwere direkt mit unter den Wesen aufführt, deren Ursache nicht nachgewiesen werden könne, und dieser Auffassung entsprechend, ist für ihn das Übereinstimmen der Gewichtsverhältnisse durchaus nicht in gleicher Weise wie für LAVOISIER massgebend. So setzt er erst Zweifel darein, ob überhaupt so genaue Wägungen ausgeführt werden können, wie sie für unumstössliche Beweisführung nötig wären, wenn er sagt: „Aber welche Wage giebt so peinlich, genau und treu (exacte, minitueuse, fidelle) an, dass sie diese Differenzen wiegen könne? welche Sicherheit in der Hand, die sie hält, und in dem Auge, das ihren Bewegungen folgt, würde das voraussetzen". [3])

Weiter erkennt er nicht an, dass aus der Unmöglichkeit der Gewichtsbestimmung eines Stoffes die Nichtexistenz desselben gefolgert werden dürfe, und wirft LAVOISIER dabei mit vollem Recht Inkonsequenzen in seiner Theorie vor, indem dieser selbst einen unwägbaren Wärme- und Lichtstoff annehme, die Existenz des Phlogistons aber leugne, weil es nicht gewogen werden könne. Er fährt fort: „Zunächst stelle ich fest, dass, wenn der Nachweis des Gewichtes eines Körpers ein notwendiger Beleg für seine Existenz wäre, diejenigen, welche

---

[1]) Doutes sur quelques inconvenients attribués par M. LAVOISIER à l'emploi du Phlogistique pour l'explication des phénomènes de la nature dans les Réflexions sur le Phlogistique. Observ. sur la Phys. 1787. T. 30 p. 93—99.

[2]) a. a. O. p. 93.

[3]) a. a. O. p. 95.

das verlangen, das Vorhandensein von Licht, Elektrizität und Feuer, die man nicht wägen kann, leugnen müssten, also ist auch die Unmöglichkeit, das Gewicht des Phlogistons festzustellen, kein Beweis gegen seine Existenz".[1])

Die Frage nach der Ursache der Gewichtszunahme bei der Metallverkalkung sucht SENEBIER durch die Annahme zu lösen, dass das unwägbare Phlogiston des Metalles, das grosse Affinität mit der Lebensluft hat, sich mit dieser zu fixer Luft verbindet; die fixe Luft ihrerseits legt sich dem entstandenen Metallkalk an, und vermehrt so dessen Gewicht in gleichem Masse, wie das der Lebensluft abgenommen hat.[2])× Mit derselben Voraussetzung, der Entstehung von fixer Luft aus Lebensluft und Phlogiston, erklärt er auch die Verbrennung von Kohle in verschlossenen Gefässen und die Übereinstimmung des Gewichtes vor und nach dieser Operation. Auch hier bleiben die festen Bestandteile der Kohle, Asche und Wasser, zurück und das Phlogiston derselben vereinigt sich mit dephlogistisierter zu fixer Luft. „Ich kann mich täuschen", schliesst er die Erklärung, „aber ist in diesem Falle das Phlogiston, von dem ich gesprochen habe, nicht ein Wesen, das eben so würdig des Zutrauens ist, als das kohlige Prinzip? Sind unsere Kenntnisse ausgebreiteter und genauer über das eine als über das andere? Kann die fixe Luft nicht eben so gut das Kind beider sein? Und würde der begründeten Bemerkung des Herrn DE LA MÉTHERIE zufolge das kohlige Prinzip nicht das Phlogiston nur unter einem andern Namen sein?"[3])

Dieser Einwurf sowohl, der, wie wir oben bei GREEN (p. 34) genauer nachgewiesen haben, ein sehr naheliegender und berechtigter war, sowie die übrigen angeführten, lassen erkennen, dass SENEBIER in den beiden Theorien noch keinen unüberbrückbaren Gegensatz findet, und dies spricht er auch noch am Schlusse der Abhandlung aus, indem er die günstigste Lösung der Frage in der Vereinigung beider Systeme erblickt: „Die neue Lehre scheint mir sowohl eine Stütze als ein weiterer

---

[1]) Observ. sur la Phys. 1787, T. 30. p. 95.
[2]) a. gl. O.
[3]) a. a. O. p. 97.

× Typus einer „unökonomischen" Theorie (Das Phlogiston ist ganz überflüssig in ihr!

Ausbau der alten zu sein. Aus ihrer Vereinigung würde sich ein System ergeben, das vielleicht weniger einfach erscheint, als ein jedes für sich genommen, aber nicht durch eine Verminderung der Zahl der Wesen dokumentiert man die grossartige Einfachheit in der Natur, vielmehr ergiebt sich diese aus der ausschliesslichen Anwendung nur ganz bestimmter, zu dem Erreichen der hohen Ziele absolut notwendiger, weniger Mittel". [1]).

Wie aus dieser Zusammenstellung der Ansichten der massgebenden Chemiker Frankreichs hervorgeht, hat Lavoisier auch bei seinen Landsleuten nicht ohne weiteres mit seinen Lehren durchdringen können, dieselben haben im Gegenteil auch hier viele Einwürfe zu bestehen gehabt und sind in manchen Fällen sogar vollständig verworfen, im allgemeinen aber in heftigerer Weise als in Deutschland kritisiert worden.

Während sich Frankreich die hervorragende Stellung, die es seit dem Auftreten Lavoisier's in Bezug auf Leistungen in der chemischen Wissenschaft einnahm, wesentlich dadurch errungen hatte, dass die auch hier angestellten glänzenden Untersuchungen noch besonders auf ihr theoretisches Interesse hin betrachtet wurden, war vorher in England und Schweden die Chemie nach einer anderen Seite hin in ausgezeichneter Weise vervollkommnet worden. Von diesen Ländern stammten die wichtigsten Errungenschaften auf dem Gebiete der praktischen Chemie, hier wurden die Thatsachen entdeckt, mit Hilfe deren es Lavoisier erst möglich war, seine neuen Lehren aufzustellen.

Direkten Einfluss auf die Arbeiten Lavoisier's übten besonders die Entdeckungen der englischen Chemiker aus. Black hatte erst die Verschiedenheit der Luftarten mit Sicherheit nachweisen und ihre gesonderte Darstellung lehren müssen, bevor es Priestley [2]) gelingen konnte, aus dem Quecksilberkalk den Sauerstoff [3]) abzuscheiden, der von Lavoisier

---

[1]) a. a. O. p. 99.

[2]) geb. 1733 Fieldhead gest. 1804 Northumberland.

[3]) Wir kommen bei Scheele noch auf die Entdeckung des Sauerstoffs zu sprechen.

als wichtigstes Element bei den meisten chemischen Operationen erkannt wurde. Es hatten ferner erst die Entdeckung des Wasserstoffes von CAVENDISH und die Versuche desselben über die Bildung des Wassers vorhergehen müssen, bevor LAVOISIER seine Theorie zu einem vollständigen Abschluss hatte bringen können.

Obwohl auf diese Weise die englischen Chemiker, besonders CAVENDISH und PRIESTLEY, selbst die Hauptangriffspunkte gegen die phlogistische Theorie lieferten, war die Aufnahme der LAVOISIER'schen Lehren in England eine keineswegs günstige und gerade die grössten Chemiker dieses Landes, die beiden oben genannten, waren es, welche die neue Lehre am entschiedensten verwarfen und sich niemals, soweit sie sich überhaupt noch mit chemischen Arbeiten beschäftigten, zu einer Annahme derselben entschliessen konnten.

CAVENDISH, der nach der Schilderung DAVY's, „von allen Forschern der damaligen Zeiten der einzige war, der in sich ein tiefes und ausgebreitetes, mathematisches Wissen mit Feinheit und Präzision der Experimentaluntersuchungen vereinigte",[1]) erschien durch diese Eigenschaften für die Annahme der LAVOISIER'schen Anschauungen eigentlich besonders vorgebildet, da sich ja die Lehren des französischen Neuerers geradezu auf geometrischen Betrachtungen aufbauten. — Wir erinnern an seine Sentenz: „Da in der Physik nicht weniger als in der Geometrie der Satz gilt, dass das Ganze gleich ist seinen Teilen". [2]) — Trotzdem, — er hat sich nur wenig [3]) und nur

[1]) DAVY, Collected Works (L 482) Bd VII, p. 127.

[2]) Mém. de l'Acad. Royale d. sc. pour 1781 (gedr. 1784) p. 473.

[3]) KOPP schreibt in seiner Geschichte Bd. I, p. 235: „er veröffentlichte eine Darstellung der Phlogistontheorie, die mit grossem Scharfsinn ausgearbeitet, sich auf alle Einwürfe, welche man dieser Theorie machte, einliess und deren Beachtung vielleicht den Sturz dieses Systems noch etwas verzögert hätte, . . . CAVENDISH's Verteidigung, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, weil sie ohne bedeutenden Einfluss auf die Wissenschaft blieb, kam zu spät und erregte nur wenig Aufmerksamkeit, seine Gegner liessen ihr fast gar keine Berücksichtigung zu teil werden."

Das soll sich nach KOPP 1785 zugetragen haben. Darin ist zunächst falsch, dass eine solche Verteidigung 1785, weil sie zu spät gekommen

kurze Zeit an den Verhandlungen für und wider die neue Theorie beteiligt — hat sich CAVENDISH gegen dieselbe entschieden, noch ehe sie vollständig im Zusammenhange dargestellt war. Einige Wahrscheinlichkeit kann er derselben zwar nicht absprechen, wenn er sagt: „Es scheint mir also, als ob sich diese Erscheinungen sehr gut aus dieser Theorie erklären liessen, ohne das Phlogiston zu Hilfe zu rufen“.[1])

Als solche Erscheinungen, die sich ohne Phlogiston gut erklären liessen, fasst er auf: Die Bildung von Wasser aus brennbarer und dephlogistisierter Luft, die der Salpeterluft, der vitriolsauren Luft und Phosphorsäure durch Vereinigung von phlogistischer Luft, Schwefel, Phosphor mit dephlogistisierter Luft, und die Entstehung der Metallkalke aus Metall und dephlogistisierter Luft. Dennoch spricht er der alten Theorie eine grössere Berechtigung zu, wenn er fortfährt: „Da nun dephlogistisierte Luft mit einem Körper verbinden, eben das ist, als ihn seines Phlogistons berauben und Wasser hinzuthun, und da vielleicht kein Körper ganz ohne Wasser ist und ich kein Mittel kenne, wodurch das Brennbare aus einem Körper in einen andern zu bringen wäre, ohne es unbestimmt zü lassen, ob nicht zugleich Wasser mit überginge, so wird man wohl schwerlich durch Versuche ausmachen können, welche von beiden Meinungen die wahrste ist, da aber das insgemein angenommene Brennbare alle Erscheinungen eben so gut erklärt so habe ich es beibehalten“.[2])

---

wäre, keine Beachtung mehr gefunden hätte, denn die so sehr beachtete Verteidigung der alten Lehre durch KIRWAN in seinem „Essay on Phlogiston“ erschien erst 1787; 1785 ist überhaupt von CAVENDISH keine andere als die sehr berühmte und allseitig beachtete Arbeit „Experiments on air“ erschienen, die man jedoch durchaus nicht als eine eingehende Verteidigung des phlogistischen Systems bezeichnen darf. Aber auch später ist eine derartige Arbeit von CAVENDISH trotz der geringen Zahl von Veröffentlichungen desselben nicht aufzufinden. Es lässt sich also nicht sagen, was KOPP eigentlich für eine Arbeit gemeint hat; in seinen Beiträgen wird hiervon auch nichts mehr erwähnt, woraus wir schliessen dürfen, dass ihm bei seiner ersten Veröffentlichung wohl eine Verwechselung untergelaufen ist.

[1]) CRELL, Annal. 1785 Bd. I. p. 345.

[2]) a. gl. O.

Als bestimmend für das Festhalten an seiner alten Meinung ist für CAVENDISH noch die Überlegung, „dass die Pflanzen ihre Nahrung gänzlich aus Wasser, fixer und phlogistischer Luft zögen und sich bei der Verbrennung wieder in diese Bestandteile zerlegten. Man könne annehmen, dass sie ungeachtet ihrer ungeheuren Mannigfaltigkeit fast ganz aus den verschiedenen Verbindungen des Wassers, der fixen und phlogistischen Luft bestehen. Nach der alten Meinung seien sie mit Phlogiston verbunden, nach der neuen dagegen der dephlogistisierten Luft beraubt. Nach der neuen Meinung sei die Substanz einer Pflanze demnach weniger zusammengesetzt als die Teile, in welche sie durch das Feuer zerlegt werde, und doch müsse man vernünftigerweise eine grössere Mannigfaltigkeit in der zusammengesetzteren, als in der einfacheren Substanz erwarten.“ [1])

An dieser Entscheidung für die Beibehaltung der alten Theorie lässt sich CAVENDISH genügen, denn nach 1785 hat er keine auf seine theoretischen Anschauungen bezügliche Arbeit mehr veröffentlicht.

Weit ausdauernder in der öffentlichen Verteidigung der phlogistischen Theorie wie CAVENDISH war PRIESTLEY, der, wie dies ja allgemein bekannt ist, dieselbe auch dann noch zu retten suchte, als sie schon von fast allen anderen Chemikern aufgegeben war. Wir werden auf diese Arbeiten, die nach dem Jahre 1790 veröffentlicht wurden, erst später eingehen, da wir vorläufig nur die Aufnahme der LAVOISIER'schen Theorie vor ihrer zusammenhängenden Darstellung, also vor dem Erscheinen des Traité élémentaire, näher berücksichtigen wollen und bis zu der Zeit hat nicht PRIESTLEY, sondern KIRWAN die englischen Verteidiger des Phlogistons um sich als ihren Führer geschart.

Ganz im Gegensatz zu LAVOISIER, dessen Versuche durch Eleganz und Kostbarkeit der angewandten Apparate Aufsehen erregten, waren PRIESTLEY seine grossen Entdeckungen mit den einfachsten Hilfsmitteln gelungen, die DAVY in folgender lustiger Weise beschreibt: „Sein vornehmstes und grösstes Instrument war ein Bierfass, Phiolen, die gebogen waren, dienten

---

[1]) CRELL, Annal. 1785, Bd. I. p. 345.

ihm als Retorten, ein Waschbecken gebrauchte er oft als pneumatische Wanne und anstatt Porzellanröhren verwendete er thönerne Tabakspfeifen und mit diesen einfachen Einrichtungen entdeckte er eine grössere Zahl von Substanzen, als irgend ein Naturforscher des letzten Jahrhunderts." [1])

Während ausserdem LAVOISIER's hauptsächlichster Mitzweck bei der Anstellung von Versuchen die Ausbildung der theoretischen Anschauungen war, ist von PRIESTLEY, der nach seinem eigenen Geständnis „Entdecker wurde, ehe er Chemiker war," [2]) gerade diese Seite am meisten vernachlässigt worden.

In Bezug hierauf zeichnet ihn DAVY mit den Worten: „Der Theorie schenkte Dr. PRIESTLEY wenig Aufmerksamkeit und seine Hypothesen waren schnell aufgestellt und mit einem schier knabenhaften Eifer wieder verlassen" [3]) und mit dieser Charakteristik stimmt auch vollständig die Art und Weise überein, mit welcher er seine Versuche über die Zersetzung des Wassers beurteilte. Er berichtet hierüber: „Nachdem ich durch die Versuche des Herrn LAVOISIER besser unterrichtet worden war, entschloss ich mich, dieselben mit aller nur möglichen Aufmerksamkeit zu wiederholen, aber ich hätte sie mit weniger Vorteil für mich durchgeführt, hätte ich mich nicht dabei der Unterstützung des Herrn WATT erfreut, der immer von dem Gedanken ausging, dass die Versuche des Herrn LAVOISIER in keiner Weise die Folgerungen rechtfertigten, die derselbe daraus zog. Was mich anbetrifft, so habe ich in der That lange Zeit daran festgehalten, dass seine (LAVOISIER's) Schlüsse richtig seien und dass die brennbare Luft thatsächlich aus dem bei diesem Versuche sich zersetzenden Wasser

---

[1]) DAVY, Collected Works Bd. VII. p. 117.

In dieser Form ist das wohl nicht richtig ausgedrückt. Die grösste Zahl von Substanzen entdeckte zweifelsohne SCHEELE; dagegen hat PRIESTLEY das grösste Verdienst um die Entdeckung neuer gasförmiger Stoffe, denn er entdeckte 1772 das Salzsäuregas (marin acid air), 1774 den Sauerstoff, 1774 das gasförmige Ammoniak, 1775 den Kieselfluorwasserstoff und die schweflige Säure, 1776 das Stickoxydul und 1799 das Kohlenoxyd.

[2]) So schreibt er selbst wenige Monate vor seinem Tode an DAVY. DAVY, Collected Works Bd. VII. p. 116.

[3]) DAVY, a. gl. O..

stamme. Aber obwohl ich noch einige zeitlang an dieser Meinung festgehalten habe, so hat mich doch das häufige Wiederholen dieser Versuche und das Licht, welches die Beobachtungen des Herrn WATT darüber verbreiteten, zu der Überzeugung gebracht, dass die brennbare Luft hauptsächlich aus dem Eisen und der Kohle stammte.“ [1]) Diese Meinung unterstützte er dann noch durch eine Reihe von Versuchen und kam zu dem Schluss, „dass alle Körper, welche im glühenden Zustande mit Wasser brennbare Luft liefern, Phlogiston enthielten und dass dieses Phlogiston eine reale Substanz sei, welche mit Hilfe von Wasser oder von Hitze die Gestalt der Luft annehmen könne.“ [2])

PRIESTLEY ist also thatsächlich zuerst Anhänger der LAVOISIER'schen Anschauung gewesen, hat dieselbe aber unter dem Einfluss von WATT wieder aufgegeben, gerade so wie er durch seine Versuche WATT von der, zu allererst von diesem ausgesprochenen Meinung von der zusammengesetzten Natur des Wassers [3]) wieder abdrängte. Beide haben sich also in gleicher Weise unvorteilhaft beeinflusst und sich dadurch um hervorragende Ruhmestitel gebracht. Wie anders wäre die Entwickelung der modernen Chemie verlaufen, wenn ein PRIESTLEY aus den Gesichtspunkten LAVOISIER's heraus sein ausserordentliches experimentelles Geschick in den Dienst unserer Wissenschaft gestellt hätte; wie wunderbar wäre der Ruhm des Entdeckers der Dampfmaschine noch in die Höhe geschnellt, wenn er auch als erster ohne Zaudern und Klauseln verkündet hätte: „also ist das Wasser eine zusammengesetzte Substanz!“

Auch die Synthese des Wassers hat PRIESTLEY zu wiederholen versucht, indem er brennbare und dephlogistisierte Luft zur Explosion brachte, er hatte aber dabei stets eine Differenz zwischen dem Gewichte des ausgeschiedenen Wassers und dem der angewandten Gase beobachtet und als deren Ursache später

---

[1]) Observ. sur la Phys. 1785, T. 27 p. 175.

[2]) a. a. O. p. 183.

[3]) Brief von WATT an PRIESTLEY vom 26. April 1783. KOPP, Beiträge Bd. III. p. 267.

Salpetersäure erkannt.[1]) Dieses Resultat führte ihn dazu anzunehmen, „dass das Wasser, ohne eine Zerlegung zu untergehen (soll wohl heissen unterliegen) in die Luftarten eingehe, dass eine beträchtliche Menge desselben zur Existenz jedweder Luftart nötig sei, dass es gleichsam dieselbe Basis ausmache, ohne welche keine luftförmige Substanz existieren könne.“[2])

Priestley hatte also die Versuche Lavoisier's wiederholt und hatte im allgemeinen dieselben Resultate erhalten, aber trotzdem verwirft er die Theorie desselben, vorläufig nur in einzelnen Teilen, später aber in ihrem ganzen Umfang und hält an seinen Anschauungen bis an sein Lebensende fest. „Es ist nicht schwer“, urteilt Davy über Priestley, „den Grund für die Fehlerhaftigkeit seiner Ansichten zu finden. Sein ganzes Leben hindurch war seine Aufmerksamkeit nicht ungeteilt. Sein Morgen war dem Experimente, seine Abende politischen, theologischen und metaphysischen Fragen gewidmet.“[3])

Wenden wir uns nun Watt[4]) zu! Wir haben schon gesehen, in welcher Weise Watt seinen Landsmann Priestley im Sinne einer Gegnerschaft der Theorie Lavoisier's beeinflusste. Seine eigene Meinung kommt deutlich zum Ausdruck in seiner Auffassung der Natur des Wassers, die er aber erst, nachdem die zusammengesetzte Natur desselben schon von anderer Seite angenommen war, in folgender Weise aussprach: „Sind wir nun nicht berechtigt, zu schliessen, das Wasser bestehe aus dephlogistisierter Luft und Phlogiston, die zum Teil ihres verborgenen Feuers beraubt sind; die dephlogistisierte oder reine Luft aber bestehe aus Wasser, das seines Phlogistons beraubt ist, zugleich mit elementarischem Feuer.“[5])

Watt spricht sich also hier durchaus im Sinne der phlogistischen Theorie aus. Ob er später sich zu den neuen Grundsätzen bekannt hat, oder seinem Freunde Priestley getreu geblieben ist, lässt sich nicht ermitteln, da weitere

---

[1]) Priestley stellte sich bei diesen Versuchen den Sauerstoff aus Salpeter her, daher das Auftreten von Salpetersäure.

[2]) Crell, Annal. 1788 Bd. II. p. 49.

[3]) Davy, Collected Works p. 116.

[4]) geb. 1736 Greenock gest. 1819 Heathfield.

[5]) Phil. Trans: 1784 p. 329; Crell, Annal. 1786 Bd. I. p. 25.

chemische Abhandlungen von ihm, die über seine theoretischen Anschauungen Aufschluss geben könnten, nicht vorliegen. Auch KOPP und ARAGO, welchem letzteren für seinen Nachruf WATT's dessen Briefwechsel zur Verfügung stand, bringen hierüber nichts. An dem Streite der beiden Parteien hat er sich aktiv jedenfalls nicht mehr beteiligt.

Die Verteidigung des Phlogistons gegen die neuen Lehren wurde in der Zeit, über die wir jetzt berichten, am eifrigsten von RICHARD KIRWAN geführt, dessen Theorie, nach welcher das Phlogiston im freien Zustande gleich Wasserstoff sei, wir schon oben (p. 6) erwähnt haben.

KIRWAN war der erste und einzige, welcher eine vollständige Streitschrift gegen die „Antiphlogistische Hypothese“, wie er die neue Lehre nannte, richtete, nachdem er schon vorher einzelne Teile derselben in kleineren Abhandlungen angegriffen hatte. In seinem 1787 erschienenen „Essay on Phlogiston“ fasste KIRWAN alle Versuche, die von ihm selbst und von anderen über die auf die neue Theorie bezüglichen Gegenstände angestellt waren, zusammen, um mit diesem Beweismaterial seine verbesserte Phlogistontheorie gegen die neue Lehre zu verteidigen.

Von den Anschauungen LAVOISIER's scheint ihm am wahrscheinlichsten die, dass die Säuren aus einer Basis und einer Luftart zusammengesetzt seien; doch ist nach seiner Ansicht nicht der Sauerstoff, sondern die fixe Luft das säuernde Prinzip. Er sagt hierüber: „Herr LAVOISIER hat, dünkt mich, sehr gut bewiesen, dass alle Säuren Luft enthalten, und Herrn BERTHOLLET's Versuche über die dephlogistisierte Salzsäure lassen gar keinen Zweifel darüber. Aber ist es die eigentliche dephlogistisierte Luft? Ich möchte beinahe „Nein“ sagen. Ich glaube vielmehr, dass dies die fixe Luft ist, die sich dephlogistisiert, indem sie ihr Brennbares der Materie überlässt mit der sie vorher verbunden war. Denn ich kann nicht wohl begreifen, wie die Lebensluft sich mit phlogistischen Materien vereinigen könne, ohne fixe Luft oder Wasser zu werden.“ [1]) Diese letzten Worte liefern gleichzeitig den Beweis dafür, dass KIRWAN von der Zusammensetzung des Wassers aus brennbarer und Lebensluft überzeugt

---

[1]) CRELL, Annal. 1787 Bd. I. p. 584.

ist, und dies sagt er auch noch besonders mit den Worten: „Was die Zusammensetzung des Wassers aus der brennbaren und der Lebensluft betrifft, wenn beide nämlich unter einer rotglühenden Hitze sich verbinden, so sehe ich nicht ein, wie es nach den Versuchen von CAVENDISH und LAVOISIER noch möglich ist, darin Zweifel zu setzen.“ [1])

Weniger beweisend sind ihm dagegen die Versuche über die Zersetzung des Wassers, denn nach seiner Ansicht ist der Umstand, „dass Wasser schon beim Wärmegrad der Atmosphäre wohl mit Eisen brennbare Luft erzeuge, mit Kohle aber noch nicht einmal beim Grade des Kochens, nach dem neuen System aber das Eisen geringere Verwandschaft mit Sauerstoff habe als Kohle, ein offenbarer Beweis dafür, dass die brennbare Luft nicht vom Wasser, sondern vom Eisen herrühre.“ [2])

Ein weiterer wichtiger Punkt der neuen Theorie wird ebenfalls von ihm angegriffen, nämlich die Lehre von der Verkalkung der Metalle durch Aufnahme von Sauerstoff. „Meiner Meinung nach,“ schreibt er, „verlieren die metallischen Substanzen durch die Verkalkung ihr Phlogiston (d. i. reine brennbare Luft im verdichteten Zustande) und zugleich verbinden sie sich gemeiniglich mit der fixen, während der Operation erzeugten Luft, zuweilen aber auch mit Wasser oder anderen Substanzen, durch deren Hilfe sie verkalkt worden sind.“ [3])

Wie diese einzelnen aus den KIRWAN'schen Abhandlungen herausgegriffenen Teile bezeugen, suchte dieser die LAVOISIER'sche Theorie mit grosser Ausführlichkeit und unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Verwandtschaft zu widerlegen. Seine Streitschrift erregte denn auch sowohl bei Anhängern als bei Gegnern der neuen Theorie grosses Interesse; sie wurde in's Deutsche und Französische übersetzt, — letzteres von Mad. LAVOISIER, — und von DE MORVEAU, LAVOISIER, LAPLACE, MONGE, BERTHOLLET und FOURCROY einer eingehenden Beantwortung gewürdigt.

Mit wie grosser Befriedigung die Abhandlung KIRWAN'S

---

[1]) a. a. O. p. 48.

[2]) CRELL, Beiträge z. d. ch. Annal. 1788 Bd. III. p. 144.

[3]) a. a. O. p. 186.

bei den Anhängern der Phlogistontheorie aufgenommen wurde, bezeugt ein Brief von DOLLFUS in London, welcher öfters über die englischen Chemiker und ihre Arbeiten an CRELL berichtete. Dieser schreibt 1787 über die genannte Schrift: „Eine meisterhafte Verteidigung der Lehre des Phlogistons gegen die bereits zur Mode gewordene Theorie des Herrn LAVOISIER. Die Menge von Thatsachen, das Übergewicht der Resultate und die so öfters erwiesenen Mängel bei der Erklärung doppelter Verwandtschaft nach dem antiphlogistischen System werden hoffentlich durch eine deutsche Übersetzung dieses Buches diese Lehre in Deutschland aufrechthalten.“ [1]) DOLLFUS übertreibt hier mit dem Worte „zur Mode geworden“ offenbar; das lässt sich von der Zeit nicht sagen. Er, der Gegner LAVOISIER's, wittert überall Freunde desselben. Wir werden gleich Gelegenheit haben, ihm noch eine weitere solche Übertreibung nachzuweisen.

In einem andern Briefe vom gleichen Jahre teilt DOLLFUS nämlich mit, „dass die Partei der Antiphlogistiker sich in England vermehre, so z. B. habe der Übersetzer von SCHEELE's und BERGMANN's Schriften, Prof. BEDDOES [2]) in Oxford die KIRWAN'schen Versuche widerlegt und verfechte die neue Lehre mit allen Kräften, auch BLACK soll dem neuen System nicht abgeneigt sein.“ [3]) Diese Mitteilung ist nicht richtig, denn BLACK trat erst 1791 nach seiner eigenen Aussage in einem Briefe an LAVOISIER [4]) zur neuen Richtung über, und BEDDOES berichtigt ausdrücklich selbst die Behauptung DOLLFUS' in einem Briefe an CRELL vom Jahre 1789 dahin, „dass er damals wohl KIRWAN's Versuche widerlegt, gleichzeitig aber LAVOISIERS Theorie bestritten habe.“ [5])

Wir haben also auch in England, dessen wichtigste Forscher wir im Vorstehenden abgehandelt haben, das gleiche Bild wieder wie in Deutschland. LAVOISIER's Meinung wird naturgemäss diskutiert, von den einen wird dieser Teil der Lehre, von den anderen

---

[1]) CRELL, Annal. 1787 Bd. II. p. 162.
[2]) geb. 1760 Shiffnall, gest. 1808 Bristol.
[3]) CRELL, Annal. 1787 Bd. II. p. 60.
[4]) FOURCROY, Eléments de Chimie 5 Aufl. 1791, T. I. Vorrede p. XI.
[5]) CRELL, Annal. 1789 Bd. I. p. 81.

jener angenommen, aber auch hier finden wir bis zum Jahre 1789 noch keinen der führenden Chemiker, der sich unbedingt und rückhaltlos der neuen Lehre zugewendet hat.

Neben den englischen Chemikern kommt das grösste Verdienst um Ausbildung der praktischen Chemie in dieser Zeit unbedingt den Forschern Schwedens zu. Hier hatte Torbern Bergmann [1]) durch Vervollkommnung der analytischen Methoden der Erforschung der Natur neue Bahnen geöffnet und Karl Wilhelm Scheele [2]) durch seine Arbeiten die Kenntnis neuer Stoffe in einer Weise gefördert, wie dies vor und nach ihm von keinem Chemiker mehr erreicht wurde.

In theoretischer Beziehung wurde die Chemie nur von Bergmann und auch von diesem nur nach einer Seite hin, nämlich der Erkennung der chemischen Verwandtschaft bereichert; auf weitere Fragen der chemischen Theorie und namentlich auf die für uns wichtige Beurteilung der Lehren Lavoisier's ging Bergmann nicht ein. Dabei muss allerdings in Betracht gezogen werden, dass sein Tod bereits in das Jahr 1784 fällt, ihm also der Gegensatz der neuen Theorie zu den herrschenden Anschauungen noch nicht in seinem vollen Umfange bekannt geworden sein konnte.

Soweit sich aus seinen Schriften ermitteln lässt, war Bergmann treuer Anhänger der Phlogistontheorie und zwar in den letzten Jahren unter Annahme der Kirwan'schen Ansicht. In seinen Arbeiten über die Verwandtschaft schreibt er über das Phlogiston: „Diese sehr feine Materie ist, so wie die Luftsäure eines doppelten Zustandes fähig, nämlich eines gebundenen und eines freien. Unter dem ersten Zustande tritt es in die Mischung der Körper, ist für alle Sinne unerreichbar, bloss aus seinen Wirkungen zu beurteilen. Daher hielten es einige für eine erdichtete Substanz, die unfühlbar sei, allein fälschlich. Die berühmten Physiker Priestley und Kirwan haben die Existenz und den doppelten Zustand des Phlogistons auf eine sehr deutliche Art analytisch und synthetisch erwiesen, sodass meines Erachtens hierüber gar kein Zweifel mehr übrig bleibt.“ [3])

[1]) geb. 1735 Katherinberg, gest. 1784 Bad Medevi.

[2]) geb. 1742 Stralsund, gest. 1786 Köping

[3]) Bergmann, Kl. phys. u. chem. Werke 1783 Bd. III (L. 25) p. 523.

Die Opuscula physico-chemica, denen dieser Satz entnommen ist, erschienen im Jahre 1783; es kann also die darin ausgesprochene Ansicht wohl als die von BERGMANN bis zu seinem Tode vertretene angesehen werden. Wenn er also auch, wie das aus dem Satze „daher hielten es einige für eine erdichtete Substanz“ ersichtlich ist, wohl mit den Arbeiten LAVOISIER's bekannt war, so erwähnt er doch seinen Namen nicht.

Die Verdienste BERGMANN's werden weit in den Schatten gestellt durch die Arbeiten seines Schülers SCHEELE, aber gerade in dem Verhältnis der beiden zu einander treten die Vorzüge der persönlichen Eigenschaften des ersteren in ein glänzendes Licht, wie das aus den von NORDENSKIÖLD herausgegebenen Briefen SCHEELE's [1]) ersichtlich ist. Auch DAVY schildert dieses Verhältnis in besonders hübscher Weise mit folgenden Worten: „Als SCHEELE seine chemischen Arbeiten um 1772 begann, war BERGMANN, Professor der Chemie in Upsala, das grösste wissenschaftliche Licht Schwedens. Dieser hatte selbst ausserordentlich wichtige Entdeckungen betreffs der chemischen Anziehung gemacht und hatte eine Reihe wichtiger Thatsachen in Bezug auf die Metalle und neutralen Salze festgestellt. Die Art und Weise, in welcher BERGMANN SCHEELE vorwärts brachte, ist in hohem Grade ehrenwert für den wissenschaftlichen Charakter des Mannes. Er schrieb eine Vorrede zu seinem ersten Werke, wurde sein Freund und Beschützer, und, indem er die ehrwürdige Autorität seiner Lehrkanzel hintansetzte, wurde er der Schüler eines jungen Mannes, der bislang der Welt unbekannt war. Man hat von BERGMANN gesagt, dass seine grösste Entdeckung diejenige SCHEELE's sei, man kann in gleicher Weise sagen, dass sein grösster Ruhm war, das Verdienst zu heben, auch wenn dadurch die eigene Inferiorität bezeugt wurde.“ [2])

Die Entdeckungen der englischen Chemiker bezogen sich fast ausschliesslich auf die Erkennung von Gasarten, zu deren Studium die Arbeiten BLACK's besonders angeregt hatten, anders

---

[1]) A. E. NORDENSKIÖLD, KARL WILH. SCHEELE nachgelassene Briefe und Aufzeichnungen 1892 (L. 450).

[2]) DAVY, Collected Works Bd. VII. p. 119.

bei SCHEELE, der in der gleichen Zeit die verschiedensten Teile der Chemie durch Bekanntgeben neuer Stoffe bereicherte. Durch seine Untersuchungen hatte er eine Menge bisher unbekannter Stoffe der Chemie eingereiht, Metalle und Nichtmetalle, organische und unorganische Säuren, Elemente und Verbindungen wurden von ihm entdeckt, ihre Eigenschaften näher erforscht und ihre Anwendung in Wissenschaft und Praxis gelehrt.

Auch die Chemie der Gasarten verdankt ihm mehrere überaus wichtige Entdeckungen, wie die des Chlors und des Sauerstoffs. Als Entdecker dieses letzteren wird gewöhnlich PRIESTLEY genannt, weil durch dessen Veröffentlichung der Sauerstoff zuerst allgemein bekannt wurde, und SCHEELE nur die Gleichzeitigkeit und Unabhängigkeit der Entdeckung zugestanden. Dies entspricht aber nicht der Wirklichkeit, wie auf das deutlichste aus den im Jahre 1892 herausgegebenen Briefen und Laboratoriumsaufzeichnungen SCHEELE's hervorgeht.

Bei der Wichtigkeit, die die Entdeckung des Sauerstoff's für LAVOISIER's System hat, und bei den wiederholten Versuchen, die noch in jüngster Zeit, z. B. von OLSCHANETZKY [1]) gemacht worden sind, SCHEELE um den Ruhm dieser Entdeckung zu bringen, wollen wir an der Hand des uns, wie gesagt, jetzt zu Gebote stehenden authentischen Materials, über die wirkliche Geschichte dieser Entdeckung hier kurz berichten, verweisen dieselbe aber bei ihrem immerhin nur lockeren Zusammenhang mit unserem eigentlichen Thema unter die Anmerkungen. [2])

Ueber seine Stellung zur Theorie LAVOISIER's spricht sich SCHEELE nur wenig aus und auch von seinen Abhandlungen geht nur eine näher auf dieselbe ein. SCHEELE's Augenmerk war wie das PRIESTLEY's mehr auf das Praktische gelenkt, wenn er auch die Theorie nicht in dem gleichen Masse wie dieser vernachlässigte.

---

[1]) OLSCHANETZKY, Die Entdeckung des Sauerstoffs. Hamburg, Verlagsanstalt vorm. J. F. RICHTER 1890 [Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge Heft 105].

[2]) In den Laboratoriumsaufzeichnungen von seinem Aufenthalt in Upsala aus den Jahren 1771—1772 schreibt SCHEELE u. a.: „Solutio argenti in acido nitrico mit alcali fixo crystallisato präcipitiert, edulcoriert und destilliert giebt, wenn die Retorte nur recht heiss geworden, aërem

In Briefen an Bergmann erwähnt Scheele zweimal die neue Theorie, aber stets in ablehnender Weise. In dem ersten vom 1. Februar 1783 heisst es: „Ich muss gestehen, Kirwan's Versuche und Beweise sind vortrefflich, ja, sie reizen mich beinahe, ihm weit mehr als Lavoisier's Meinung Gehör zu

fixum und die Hälfte Vitriolluft.“ (Nordenskiöld, Karl Wilh. Scheele p. 460). Dass unter dieser „Vitriolluft“ Sauerstoff gemeint ist, den Scheele später „Feuerluft“ nannte, erhellt aus einer Stelle in seiner „Abhandlung von Feuer und Luft,“ in der er den Sauerstoff und seine Gewinnung näher beschreibt. Hier heisst es: „Wenn man einen aus einer Lösung in acido nitrico gefällten Silberkalk in einer kleinen Glasretorte, welcher eine zusammengedrückte Blase vorgebunden ist, mittelst Wärme ohne Zusatz von Phlogiston reduziert, so füllt sich die Blase mit einem Gase, welches bei der Untersuchung sich als aus aere fixo und aus einer Luft bestehend erweist, die nicht vom Wasser absorbiert wird, und in der das Feuer ziemlich klar brennt, diese ist die vorerwähnte Feuerluft“ [a. a. O. p. 78 vergl. auch Scheele, Abhandlung von Feuer und Luft 1777 (L 14) p. 41].

In der nämlichen Zeit, in der ihm die Isolierung des Sauerstoffes aus dem Silberkalk gelang, lernte Scheele diesen auch aus Quecksilberoxyd, aus Magnesiumnitrat und Salpeter etc. darstellen und erkannte schon seine Eigenschaft, die Verbrennung zu unterhalten. Der gleiche Teil der Laboratoriumsnotizen bringt folgende Aufzeichnung: „Als magnesia alba mit spiritu nitri saturiert, und destilliert wurde, ging auf die Letzte das acidum nitri von der magnesia alba in eine mit mixt. calc. vivae angefeuchtete Blase und eine gute Quantität Luft, welche der Vitriolluft in allem gleich war. Das Feuer brannte sehr schön in selbiger. Und ebenso ging es, als zwei Drachmen Salpeter in einer Retorte und Blase destilliert wurden, denn, solange das nitrum nicht recht glühte, ging nichts über, als aber die Hitze vermehrt wurde, kam es ins Kochen, und eine reine Vitriolluft ging über ohne acido nitri oder aere fixo. Als der mercurius sublimatus mit oleo tartari präcipitiert wurde und edulcoriert, gab es ein braunes Präcipitat, welches bei der Destillation in einer Blase, ehe es zum Glühen kam, einen mercurium dulcem im Halse gab. Als aber die Retorte glühte, gab es eine Luft, welche der Vitriolluft ganz gleich war. (Nordenskiöld a. a. O. p. 465).

Priestley's Darstellung und genaue Untersuchung des Sauerstoffs fällt in das Jahr 1774. Er berichtet selbst darüber: „Nachdem ich eine Menge anderer Versuche angestellt hatte, so versuchte ich auch am 1. August 1774, Luft aus dem calcinierten Quecksilber per se zu entbinden, und sahe sogleich, dass sich die Luft vermöge des Brennglases sehr schnell aus ihm entband.“ (Priestley, Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft. Übersetzung von Ludwig 1778 (L. 10.) Bd. II. p. 42. Original 1775 (L. 10.) Bd. II. p. 34.) Hieraur

geben", [1]) und in gleicher Weise spricht er sich am 28. März 1783 aus: „Sollte es wohl schwer sein, LAVOISIER zu überzeugen, dass sein saures System nicht allen schmackhaft fallen wird, Salpetersäure aus reiner Luft und Salpeterluft, Luftsäure aus Kohlen und reiner Luft, Vitriolsäure aus Schwefel und reiner Luft, acidum sacchari aus Zucker und reiner Luft!!! Kann man solches glauben? — — — Eher will ich den Engländern beipflichten." [2])

Die oben kurz erwähnte einzige Abhandlung SCHEELE's, in der er die Theorie LAVOISIER's genauer berücksichtigt, stammt aus dem Jahre 1785 und beschäftigt sich hauptsäch-

folgt eine nähere Beschreibung dieser von ihm als „Dephlogistisierte Luft" bezeichneten Gasart, in der er ebenfalls das Unterhalten der Verbrennung und Atmung hervorhebt.

PRIESTLEY teilte seine Entdeckung im Oktober 1774 in Paris einigen französischen Chemikern, unter ihnen auch LAVOISIER, mit, und veröffentlichte dieselbe in dem zweiten Teil seiner „Experiments and observations on different kinds of air," der 1775 erschien. Er kam hierin SCHEELE zuvor, der seine Arbeiten in seiner „Abhandlung von Feuer und Luft" beschrieb, die, obwohl sie schon 1775 druckfertig war, durch eine Nachlässigkeit des Verlegers SWEDERUS erst 1777 erschien. SCHEELE beklagt sich in Briefen an GAHN mehrfach über die Säumigkeit desselben und spricht die Befürchtung aus, dass durch die verspätete Veröffentlichung die Originalität seiner Entdeckung angezweifelt werden könne. Der Brief, der wahrscheinlich aus dem Jahre 1776 stammt, lautet: „BERGMANN schreibt, dass in England Versuche mit einem grossen Brennglase im luftleeren Raum auf unterschiedliche Körper angestellt worden sind. Sie haben da Luft erhalten, in welcher die Animalia gelebt haben und Feuer brennen konnte, z. B. von mercurio praecipitato rubro, von mercurio calcinato per se, von allen Bleikalken, von calce vitriolata, von Kalk mit Salpetersäure angefeuchtet etc. Sollte mich dieses nicht ärgern können? Sie stimmen mit meinen Versuchen, so ich im Feuer gemacht, gänzlich überein. Nach diesem kann man sagen, wenn meine Erfahrungen einmal gedruckt werden, dass ich sie von den Engländern genommen und nur etwas verändert habe. Und dafür habe ich bloss SWEDERUS zu danken." (NORDENSKIÖLD a. a. O. p. 179).

Diese Aufzeichnungen und Briefe beweisen also deutlich, dass SCHEELE bereits in den Jahren 1771—1772 den Sauerstoff dargestellt und auf seine wichtigsten Eigenschaften geprüft hatte, dass PRIESTLEY dagegen erst einige Jahre später, 1774, zu dieser Entdeckung gelangte und SCHEELE in der Veröffentlichung zuvor kam, weil die Abhandlung desselben, obwohl schon 1775 verfasst, erst 1777 in Druck erschien.

[1]) NORDENSKIÖLD a. a. O. p. 360.

[2]) a. a. O. p. 364.

lich mit der Wassererzeugung und der Verbrennung von Phosphor in Lebensluft. Die über diese Erscheinungen angestellten Versuche, bei denen er der Trockenheit der Gase besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat, stimmten in ihren Resultaten mit denen Lavoisier's überein, aber trotzdem pflichtet Scheele dessen theoretischen Anschauungen nicht bei. Er erklärt das Auftreten des Wassers bei der Verbrennung von Wasserstoff als eine Niederschlagung desselben aus Feuerluft, die er „als ein elastisches Fluidum, bestehend aus einem allgemeinen, nicht elastischen Grund- oder Salzwesen (principium salinum), einer gewissen, obwohl nur geringen Menge Phlogiston und aus einer gewissen Quantität Wasser,“ [1]) ansieht.

Seine Ablehnung der antiphlogistischen Theorie bekennt Scheele mit den Worten: „So ist es beschaffen, wenn ich die Wiederherstellung der Metallkalke und die Wiedererzeugung des Schwefels und des Phosphors nach den neuesten Erfahrungen unserer besten Naturkenner und Scheidekünstler, — Männer, die ich äusserst verehre, — zu erklären suche. Es entstehen bei mir so viel Zweifel, dass ich, ehe ich mir's versehe, in ein Labyrinth gerate, aus welchem ich kaum herauszukommen im Stande bin.“ [2]) Wie diese Worte erkennen lassen, hat Scheele sich bemüht, in die neue Theorie einzudringen, aber es gelang ihm nicht, dieselbe ganz kennen und verstehen zu lernen, denn in der Zeit, in die seine Thätigkeit fällt, war das System noch nicht als Ganzes dargestellt, und als dies geschah, war Scheele bereits der chemischen Wissenschaft durch den Tod entrissen worden.

Mit Scheele in Verkehr und Briefwechsel stand auch der Münzwardein und Vorsteher des Laboratoriums des Bergkollegiums zu Stockholm Jac. Pet. Hjelm, [3]) der sich besonders mit Versuchen über die Reduktion von Metallkalken beschäftigte, und, durch Scheele angeregt, Untersuchungen mit dem Braunstein vornahm. In einer Abhandlung von 1789 die wir hier erwähnen wollen, weil sie offenbar vor Erscheinen des Traité élémentaire noch verfasst worden ist, spricht sich

---

[1]) Crell, Annal. 1785 Bd. I. p. 238.
[2]) Crell, Annal. 1785 Bd. I. p. 230.
[3]) geb. 1742 Sunnerbo, gest. 1813 Stockholm.

Hjelm folgendermassen aus: „Da der Braunstein aber ein Metallkalk ist, so müssten sich andere Metallkalke ja auch auf eben die Weise verhalten, folglich führen sie die Feuerluft selbst keineswegs bei sich, auch ist selbige nicht die Ursache ihrer Zunahme am Gewicht. Nach solcher Rechnung würden auch mehrere Sätze in der Lehre von den Luftarten wegfallen. Es ist jedoch immer das Ratsamste mit der Verwerfung oder Errichtung der Lehrgebäude nicht zu eilig zu sein ...... Es ist inzwischen zum öfteren schwerer, einen voreiligen Schritt wieder gut zu machen, als es schädlich ist, einen langsameren, aber sicheren Weg mit gutem Bedenken zu nehmen.“ [1])

Hjelm kann sich also 1789 noch nicht von der Wahrheit auch nur des Teiles der Lavoisier'schen Theorie überzeugen, der den meisten Chemikern noch am besten begründet gegolten hatte und warnt davor, eine Entscheidung, ohne vorhergegangene genaue Prüfung der beiderseitigen Ansichten, zu treffen. Wie schwer aber eine solche Entscheidung damals war, lehrt uns das Verhalten des Prof. Gadolin in Abo,[2]) der, unschlüssig, welcher Theorie er beitreten soll, sich seine Meinung aus den verschiedensten Erklärungsweisen der hervorragendsten seiner Zeitgenossen zusammensetzte.

Gadolin suchte in einer Abhandlung vom Jahre 1788 nachzuweisen, dass es ein Phlogiston gäbe, das bei den meisten chemischen Erscheinungen in Wirksamkeit trete, und urteilt über die Natur desselben folgendermassen: „Ich bin noch dem alten Phlogiston oder brennbaren Grundstoff treu, ich glaube aber mit Hrn. Scheele, dass es ein Element sei, dass es keine merkliche Schwere habe, auch dass es den vorzüglichsten Bestandteil des Lichtes ausmache, mit ihm glaube ich auch, dass die Metallkalke das Phlogiston aus dem Glühfeuer absondern und zu sich nehmen können, aber auch zugleich, dass die erzeugte Lebensluft von den Kalken herkommt. Ich glaube mit Hrn. Kirwan, dass die brennbareLuft, die während der Auflösung der Metalle fortgeht, sein Phlogiston von dem Metalle habe, aber zugleich glaube ich mit Hrn. Lavoisier, dass hier eine Zersetzung von Wasser vor sich gehet (denn ich kenne die Basis der brennbaren

---

[1]) Crell, Annal. 1791 Bd. I. p. 178.
[2]) geb. 1760 Abo, gest. 1852 Wirmo.

Luft nur unter zwei Gestalten, die eine, wenn sie mit Phlogiston verbunden die brennbare Luft ausmacht, die andere, wenn sie einen Bestandteil des Wassers ausmacht.“ [1])

Ganz entsprechend dieser Zwitterstellung ist auch die Erklärung, die er für die Verbrennung giebt. Hierüber sagt er: „Der brennbare Körper besteht aus einer Basis vereinigt mit Phlogiston, und die Lebensluft aus einer Basis vereinigt mit Wärme. Wenn also diese vier Körper einander so anziehen, dass das Phlogiston sich mit Wärme und die Basis des brennbaren Körpers mit der Basis der Lebensluft vereinigen können, so entsteht eine Zersetzung, die wir Verbrennung oder Entzündung nennen.“ [2]) Durch die Vereinigung von Phlogiston mit Wärme, von der oben gesprochen wird, entsteht nach Gadolin bei Überschuss von Phlogiston Licht, bei einem Mehrgehalt von Wärme aber strahlende Hitze. [3])

Dieses sind in kurzen Zügen die Ansichten der hervorragendsten Forscher Schwedens, die in den damaligen Zeiten einen wesentlichen Einfluss auf die Chemiker aller Länder ausübten. Auch sie bleiben alle entschiedene Anhänger des Phlogistons und suchen im besten Falle das, was ihnen von Lavoisier's Ansichten am wahrscheinlichsten scheint, mit den alten Theorien in Einklang zu bringen.

Die in England zuerst erkannte Thatsache von der zusammengesetzten Natur des Wassers war lange Zeit nur in ihrem einen Teil, der Synthese, genau erwiesen, während die Analyse des Wassers weder von den englischen noch von den französischen Gelehrten vollständig einwurfsfrei erbracht werden konnte. Die übliche Art, Wasser durch glühende Metalle zu zerlegen, war, wie wir dies schon mehrfach erwähnt haben, für die Phlogistiker in keiner Weise überzeugend, denn sie betrachteten das Metall als aus Metallkalk und brennbarer Luft (Phlogiston) zusammengesetzt und erklärten sich deshalb die bei diesem Versuche auftretende brennbare Luft und das gleichzeitige Verkalken des Metalles durch eine Zerlegung desselben in seine Bestandteile. Eine andere Art der Wasserzersetzung,

---

[1]) Crell, Annal. 1788 Bd. I. p. 16.

[2]) a. a. O. p. 15.

[3]) a. a. O. p. 9.

der dieser Einwurf nicht gemacht werden konnte, nämlich die mittelst des elektrischen Funkens, wurde 1789 von den beiden Holländern Paets van Troostwijk[1]) und Deimann[2]) ausgeführt, die sich damals, angeregt durch van Marum's[3]) Versuche mit der Elektrisiermaschine, mit der Erforschung der Wirkung des elektrischen Funkens auf die verschiedensten Körper beschäftigten. Diesen ist es zuerst gelungen, einwandsfrei nachzuweisen, dass beim Durchschlagenlassen des elektrischen Funkens durch Wasser, Sauerstoff und Wasserstoff auftreten, die einzig und allein aus einer Zersetzung des Wassers herrühren konnten, und sie sehen hierin eine deutliche Bestätigung der Ansicht von der zusammengesetzten Natur des Wassers.

Erst durch das Gelingen ihres Versuches liessen sie sich von dieser Thatsache fest überzeugen, nachdem sie vor dieser Zeit der Theorie Lavoisier's durchaus nicht günstig gesinnt waren; sie suchten dieselbe vielmehr, und dies besonders in einer Abhandlung „Über die verschiedenen Arten der Luft"[4]) (1787), zu widerlegen, und zwar mit einer Ausführlichkeit und einem Eingehen auf alle Einzelheiten, wie wir es sonst kaum, — etwa bei Kirwan und später Wiegleb ausgenommen, — irgendwo finden.

Gerade der Teil, der später durch ihre eigenen Arbeiten vollständige Bestätigung fand, wurde damals von ihnen noch stark angezweifelt. So haben sie gegen die Versuche über die Zusammensetzung des Wassers einzuwenden, dass auch bei der Vereinigung anderer Gasarten, nicht nur der entzündbaren — und dephlogistisierten Luft, Feuchtigkeit entstünde. Wenn aber entzündbare Luft ein Bestandteil des Wassers wäre, so müsste ohne sie kein Wasser zum Vorschein kommen, wäre ferner entzündbare Luft nichts anderes, als mit brennbarem Wesen beladenes Wasser und dephlogistisierte Luft nichts anderes als entbrennbartes Wasser, so müsste das Wasser durch Vermehrung oder Verminderung seines brennbaren Wesens aufhören, Wasser zu sein.[5])

[1]) geb. 1752 Utrecht, gest. 1837 Breukelen.
[2]) geb. 1743 Hage, gest. 1808 Amsterdam.
[3]) geb. 1750 Gröningen, gest. 1837 Haarlem.
[4]) Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. 1787 Bd. III. p. 3—111.
[5]) a. a. O. p. 31.

Weiter können sie keine Erklärung dafür finden, „warum sich die beiden Gasarten erst verbinden sollten, wenn sie entzündet werden und warum sich, wie dies CAVENDISH's Versuche gelehrt haben, zuweilen auch eine Säure bilde.“ [1]) In gleicher Weise lassen die beiden Holländer LAVOISIER's Versuche über die Zersetzung des Wassers nicht als beweisend gelten, „denn es lässt sich kein Grund dafür angeben, warum das Wasser nur durch das Eisen und Zink zerlegt werden solle, und, wenn dies wirklich geschieht, so müssen sich doch die beiden frei gewordenen Gasarten bei einer so hohen Temperatur, wie sie zum Glühen der Metalle nötig ist, unter Knall zersetzen.“ [2])

Gegen die Behauptung LAVOISIER's, dass die dephlogistisierte Luft das Metall verkalke, wird eingewendet, dass es keineswegs erwiesen sei, dass die Metallkalke durch Aufnahme von Lebensluft entstünden, denn nach den Versuchen von MOROZZO liessen sich die Metalle auch in anderen Gasarten, wie in fester und Salpeterluft verkalken. [3]) Dies ist aber nicht der einzige Grund, warum ihnen auch LAVOISIER's Lehre von der Metallverkalkung unwahrscheinlich dünkt, sie suchen vielmehr diese noch durch eine Reihe anderer Einwürfe zu widerlegen. Als schwerwiegend gegen dieselbe bringen sie vor, dass LAVOISIER dem Feuerstoff gar keine Aufmerksamkeit schenke. Er erkläre die Metallverkalkung aus einer Zerlegung des Sauerstoffgases, das aus Sauerstoff und Feuerstoff besteht; was aber aus diesem letzteren werde, und durch welche Ursache die Zersetzung veranlasst werde, lasse er unbeantwortet. Es sei wohl richtig, dass das Gewicht der Verbindung gleich sein müsse dem Gewichte der Bestandteile, nach LAVOISIER aber wiege der Metallkalk ebenso viel als das Metall und Sauerstoffgas zusammen, während nach seiner Erklärungsweise doch nur das Sauerstoffgas ohne Feuerstoff an der Metallverkalkung teilnehme.

Eine weitere Schwierigkeit bei der LAVOISIER'schen Theorie liegt für die beiden Holländer darin, dass bei gewissen Körpern mit dephlogistisierter Luft eine Säure entsteht, bei den

[1]) a. a. O. p. 32.
[2]) a. a. O. p. 33.
[3]) a. a. O. p. 32—33.

Metallen aber ein Metallkalk, der keine Säure enthält [1]). Alle diese Erscheinungen glauben sie viel besser aus ihrer „Hypothese" erklärem zu können, nach welcher die Metalle aus Metallerde und brennbarem Wesen bestehen. Bei der Verkalkung verbindet sich dies letztere mit dephlogistisierter Luft zu Säure, welche das Gewicht der verbrannten Körper und der Metallkalke vermehrt. [2])

Über die Natur der Säuren stellen sie ebenfalls ihre eigenen Ansichten denen LAVOISIER's gegenüber. Sie sagen: „Herr LAVOISIER sucht den Unterschied der Säuren in dem anderen Stoffe, der mit dephlogistisierter Luft verbunden ist, wir aber sagen, das brennbare Wesen ist in allen Säuren dasselbe, aber die dephlogistisierte Luft ist verschieden, je nachdem sie aus dieser oder jener Säure erhalten ist." [3])

„Herr LAVOISIER hält die dephlogistisierte Luft wie das brennbare Wesen für einen Urstoff, was er der Abwesenheit von jener zuschreibt, halten wir für Anhäufung von diesem und umgekehrt." [4]) Diese Ansichten stützen sie auf die Beobachtung, dass sich bei der Entzündung von brennbarer und dephlogistisierter Luft, also ohne Vorhandensein von Salpeterluft, Salpetersäure bilde, diese könne also nicht aus Salpeterluft und Lebensluft bestehen; sie hätten ferner mit dem gleichen Stoffe und dephlogistisierter Luft, die aus verschiedenen Körpern gezogen war, nicht immer die gleiche Säure erhalten, was dafür spreche, dass die Verschiedenheit der Säure durch die Art der dephlogistisierten Luft bedingt sei. [5])

Während also TROOSTWIJK und DEIMANN im Jahre 1787 noch durchaus für die alte Theorie eintreten, haben sie dieselbe jedoch 1789 aufgegeben und verschaffen nun der neuen Lehre durch ihre überzeugenden Versuche grössere Gewissheit und Bestätigung.

Schon vor diesen beiden hatte VAN MARUM die Einwirkung des elektrischen Funkens auf verschiedene Körper untersucht und war dabei auch zu einigen wichtigen Resultaten gelangt.

---

[1]) CRELL, Beiträge z. d. ch. Annal. 1787 Bd. III. p. 85.
[2]) a. a. O. p. 86.
[3]) a. a. O. p. 79.
[4]) a. a. O. p. 81.
[5]) a. a. O. p. 85—86.

Im Jahre 1785 beschreibt er Versuche, nach denen Metall
kalke durch die elektrische Entladung reduziert worden sind
und diese bringen ihn, da er damals noch Anhänger der Phlo
gistontheorie war, zu der Vermutung, dass die elektrisch
Materie dem Phlogiston sehr ähnlich sei, oder viel von diesen
enthalten müsse. Seine Ansicht hierüber lautet: „Die Chemi
lehrt uns, dass die Metallkalke auf keine andere Weise wieder
belebt oder in Metall verwandelt werden können, als wenn
man ihnen Phlogiston zuführt. Da wir unsere Versuche au
eine Weise ausgeführt haben, dass die Metallkalke nur vor
der elektrischen Materie, durch die sie wiederhergestellt worden
sind, ihr Phlogiston haben nehmen können, so ist es ein-
leuchtend, dass diese Reduktion beweist, dass die elektrische
Materie entweder das Phlogiston selbst ist, oder wenigstens viel
von diesem Prinzip enthält.“ [1])

Zwei Jahre später hat sich van Marum dann grossenteils durch seine eigenen Versuche von der Wahrheit der Theorie Lavoisier's überzeugt und jetzt sieht er in der Thatsache, dass sich Metalle durch den elektrischen Funken verkalken und Metallkalke auf die gleiche Weise wiederherstellen lassen, einen direkten Beweis gegen die Phlogistontheorie, wie er dies mit folgenden Worten ausdrückt: „Nach dieser Hypothese würde die elektrische Entladung bewirken, dass in dem einen Fall das Metall sein Phlogiston verlieren würde, während in dem andern, wenn man den Funken statt durch das Metall selbst durch den Metallkalk leitet, er im Gegenteil dem Metall das verlorene Phlogiston wiedergeben würde ..... Viel einfacher ist dagegen die Erklärung dieser Erscheinung nach dem System, welches auf die Versuche Lavoisier's gegründet ist, und sie enthält keine Voraussetzungen, die sich widersprechen.“ [2])

Auch das Wasser hatte van Marum bereits 1787 durch den elektrischen Funken zerlegt; er erhielt dabei ein Gas, welches nach einigem Stehen sein Volumen verminderte und dann nach Zulassen von Luft und Entzünden sich durch

[1]) v. Marum. Déscription d'une très grande machine éléctrique (L. 86) 1785 T. I. p. 190.

[2]) v. Marum, a. a. O. 1787 T. II. p. 110.

Verpuffen als Wasserstoff zu erkennen gab. Er sah in diesem Versuche wohl eine Bestätigung der Zerlegung von Wasser, aber er konnte den Vorgang nicht befriedigend erklären, da er sich selbst keinen Aufschluss darüber geben konnte, warum hier nur Wasserstoffgas auftrete, während die Entwickelung von Sauerstoffgas nicht zu bemerken war. Er glaubt indes, dass die Affinität des Sauerstoffes zum Wärmestoff geringer sei, als die des Wasserstoffes, dass also der letztere wohl durch den elektrischen Funken schon in Gasform gebracht werden könne, während hierzu bei ersterem eine höhere Temperatur nötig sei. [1])

Diese Schwierigkeiten wurden, wie schon oben erwähnt, 1789 von Troostwijk und Deimann gehoben, deren diesbezügliche Arbeit wir nun noch besprechen wollen. Diese hatten durch häufig wiederholte Entladung erreicht, dass die anfangs auftretenden Gasblasen, auch ohne vorheriges Zulassen von Luft, unter Entzündung und Detonation wieder verschwanden, es war also bewiesen, dass sich hierbei nicht nur Wasserstoffgas, sondern auch Sauerstoffgas entwickelt hatte. Nachdem sie bei Wiederholung des Versuches genau auf eine vorherige vollständige Entfernung der Luft gesehen und die gleichen Resultate erzielt hatten, glaubten sie mit Gewissheit gleichzeitig die Analyse und Synthese des Wassers bestätigt zu haben. [2])

In dem Berichte über ihre Versuche erklären sie sich wohl als überzeugte Anhänger der Lehre von der zusammengesetzten Natur des Wassers, lassen aber doch noch einige Zweifel an den Versuchen Lavoisier's und den übrigen Teilen seiner Theorie bestehen. Dies sprechen sie in der Einleitung zu ihrer Arbeit aus mit den Worten: „Die Vertreter der beiden entgegenstehenden Theorien sind gegenwärtig in Bezug auf folgende Punkte einig: Erstens, dass man, wenn man brennbare Luft mit Lebensluft verbrennt, nicht nur Wasser, sondern

---

[1]) a. a. O. Bd. II. p. 138—148. Vergleiche auch Ostwald Electrochemie 1896 (L. 454) p. 20.

[2]) Observ. s. l. Phys. 1789 T. 35 p. 376. Übersetzt in Gren Journal der Phys. 1790 Bd. II. p. 141.

auch Säure erhält; zweitens, dass diese Säure nicht aus einer Säure stammt, welche zufällig in den angewandten Luftarten vorhanden war, sondern, dass sie sich thatsächlich während der Verbrennung bildet. So ist es nicht mit dem Wasser, welches man als vorher in den Gasen vorhanden annehmen kann, namentlich, wenn man findet, dass man mit vorher getrockneten Gasen eine kleinere Wassermenge erhält. Jedenfalls scheint es, dass die Gegner der neuen Theorie das Wasser mit demselben Recht als einen zufälligen Stoff ansehen können, als ihre Verteidiger es mit der entstehenden Säure thun." [1])

Und noch deutlicher bezeugen sie, dass sie jetzt die alte Theorie verwerfen, ohne sich deswegen der neuen vollständig anzuschliessen, wenn sie fortfahren: „Obwohl wir anerkennen, dass die neue Theorie der französischen Chemiker über die Natur des Wassers bisher nicht mit Strenge bewiesen ist, so sind wir doch weit entfernt, das alte System verteidigen zu wollen." [2])

Also auch hier werden die Anschauungen LAVOISIER's zuerst verworfen und ihnen die eigenen Meinungen entgegengestellt, und später, nachdem man sich von der Wahrheit einzelner Teile der neuen Theorie fest überzeugt hat, werden wohl diese angenommen und verteidigt, aber trotzdem noch Mängel und Ungewissheiten in den übrigen Punkten derselben zugestanden.

Ganz das Gleiche wird sich auch in Italien zeigen, zu dessen Betrachtung wir nun übergehen wollen.

Dass auch hier die Naturwissenschaften eifrig gepflegt wurden, geht aus den, bald auf die Zeit, von der wir sprechen, folgenden grossartigen Entdeckungen von GALVANI und VOLTA hervor, deren ganz besondere Wichtigkeit für die chemischen Lehren bekannt ist. In Bezug auf die chemische Theorie am häufigsten in den ausländischen Zeitschriften genannt, finden wir von italienischen Namen die des Abtes FONTANA in Florenz [3]),

---

[1]) Observ. s. l. Phys. 1789 T. 35 p. 369. Vergl. auch OSTWALD Electrochemie 1896 p. 21.

[2]) a. a. O. p. 370. OSTWALD, a. gl. O.

[3]) geb. 1730 Pomarolo, gest. 1805 Florenz.

des Bergrates SCOPOLI in Pavia [1]) und des Ritters LANDRIANI in Mailand. [2])

FONTANA beschäftigte sich besonders mit der Prüfung verschiedener Luftarten auf ihre Brauchbarkeit für die tierische Atmung und stellte hierüber eine grosse Anzahl von Versuchen an, die er 1785 beschrieb. Dieser Bericht ist noch vollständig in dem Sinne des phlogistischen Systemes abgefasst und ist frei von jeder Beeinflussung durch die LAVOISIER'schen Anschauungen. Eine andere Arbeit vom gleichen Jahre dagegen beschäftigt sich direkt mit den Versuchen von LAVOISIER und MEUSNIER über die Zersetzung des Wassers, die FONTANA selbst mehrmals wiederholt hatte. Es war ihm geglückt, durch Überleiten von Wasserdämpfen über glühendes Eisen eine Menge brennbarer Luft zu gewinnen, wobei das Eisen in verkalktem Zustande zurückblieb, aber trotzdem schliesst er sich der Ansicht von der zusammengesetzten Natur des Wassers nicht an, denn nach ihm beweist dieser Versuch nicht:

1. „Dass die brennbare Luft ein zusammensetzender Teil des Wassers sei;
2. dass dieselbe nicht aus einer Verbindung des Eisens und des Wasserdampfes stamme,
3. dass die Gewichtszunahme des Eisens einer Aufnahme von dephlogistisierter Luft zuzuschreiben sei,
4. dass sich nicht das Wasser, ohne sich zu zersetzen, mit dem Eisen oder dem Metallkalk verbunden habe, und folglich sei es auch fraglich, ob die dephlogistisierte Luft ein Bestandteil des Wassers sei, selbst wenn man annähme, dass die Metallverkalkung auf einer Aufnahme von dephlogistisierter Luft beruhe.

Nach all diesem sei also durch die selbst mit grösster Vorsicht ausgeführte Analyse des Wassers weder festgestellt, dass das Wasser eine zusammengesetzte Substanz sei, noch, dass es aus brennbarer und dephlogistisierter Luft bestehe.“ [3])

Wie FONTANA richtet sich auch SCOPOLI ausdrücklich gegen die Lehre von der zusammengesetzten Natur des Wassers und

---

[1]) geb. 1723 Cavalese, gest. 1788 Pavia.
[2]) geb. . . . . Mailand, gest. . . . . Wien.
[3]) Observ. s. l. Phys. 1785, T. 27 p. 229.

zwar ebenfalls wieder auf Grund von Wiederholungen der Versuche über die Zersetzung desselben, die von VOLTA in seiner Gegenwart ausgeführt wurden.

Sowohl mit glühenden Kohlen als glühendem Eisen und Wasserdampf wurde eine „erstaunliche Menge“ brennbarer Luft erhalten. Nichts destoweniger schliesst SCOPOLI den Bericht: „Hieraus erhellet, dass das Wasser kein Gemenge von brennbarer und dephlogistisierter Luft sei, wie Herr LAVOISIER behauptet, denn wo soll in diesem Versuche die reine Luft hinkommen? Nicht in das Eisen, in welchem keine reine Luft gefunden wird. Wo bliebe sie denn also, wenn es wahr wäre, dass in diesem Versuche die entzündliche Luft ein Eduktum sein solle? Wo bleibt aber die brennige Luft des Wassers, wenn das Rohr Braunstein enthält, in welchem Falle nur reine Luft entsteht.“ [1]) Ebenso wie diese Abhandlung kennzeichnet auch ein Brief SCOPOLI's [2]) der von VOLTA's Versuchen über die Zersetzung von Braunstein mit Salzsäure berichtet, die Ablehnung der Theorie LAVOISIER's. Über VOLTA's Ansichten wird direkt nichts erwähnt, aber aus der ganzen Art des Berichtes geht hervor, dass sich dieselben offenbar mit denen SCOPOLI's decken. Wie wir oben (p. 28) schon gesehen haben, betrachtete VOLTA das Wasser als in den Gasarten vorhanden und hielt deshalb das Auftreten desselben bei den Versuchen LAVOISIER's für eine „blosse Niederschlagung.“

Eine weitere Arbeit SCOPOLI's „Gedanken über das Phlogiston“ [3]) aus dem Jahre 1786 kennzeichnet ihn ebenfalls noch deutlich als Anhänger der Theorie STAHL's. In derselben bekämpft er die Anschauungen von KIRWAN, PRIESTLEY und WIEGLEB, ohne die Theorie LAVOISIER's, dessen Versuche er anführt, auch nur zu erwähnen. Dem Schluss der Arbeit zufolge scheint er von der Existenz des Phlogistons noch vollständig überzeugt zu sein, wenn er sich auch über die Natur desselben nicht im Klaren ist. Dieser Schluss lautet: „Ich bin bereit, die brennbare Luft für ein blosses und reines Phlogiston anzusehen, wenn man mich durch überzeugende Versuche belehren wird,

---

[1]) CRELL, Annal. 1785 Bd. II. p. 339.

[2]) a. a. O. p. 433—436.

[3]) CRELL, Beiträge z. d. ch. Annal. 1786 Bd. I. St. IV. p. 3—9.

dass die von mir vorgetragenen Zweifel unrichtig sind.“ [1]) Als solche Zweifel gelten ihm: dass aus Metallen keine brennbare Luft durch blosses Verkalken erhalten werde, dass die gemeine Luft, in welcher drei Teile phlogistisierte Luft enthalten sind, keine brennbare Luft liefere, dass ferner aus fixer Luft, die nach der neuen Meinung aus Phlogiston und dephlogistisierter Luft gebildet sei, keine brennbare erhalten werde; auch habe man aus Vitriolsäure und entzündlicher Luft noch keinen Schwefel gemacht. Endlich kenne man verschiedene Arten von brennbarer Luft, wie die aus Kohlen und die sich in Sümpfen entwickelnde, während man doch nur ein Phlogiston annehme.

Nicht so eingehend und deutlich wie die beiden erwähnten italienischen Forscher spricht sich LANDRIANI aus, von dem uns, wie von einigen andern, die wir hier noch erwähnen wollen, nur Briefe und kurze Notizen zu Gebote standen, aber schon aus diesen lässt sich deutlich die Ablehnung der Theorie LAVOISIER's erkennen.

LANDRIANI, der in reger Korrespondenz mit CRELL stand, berichtet an diesen über die neuesten chemischen Arbeiten, nicht nur der italienischen, sondern auch anderer ausländischer Forscher. Von ihm wurde, wie wir das oben (p. 27) erwähnt haben, die erste Nachricht über die zusammengesetzte Natur des Wassers an CRELL übermittelt, aber eben so wenig wie in dieser kurzen Notiz geht LANDRIANI in seinen weiteren Briefen auf die Theorie LAVOISIER's ein. Die Arbeiten der französischen Chemiker werden öfters erwähnt und auch über viele selbst angestellte Versuche berichtet, aber keinerlei theoretische Betrachtungen werden daran geknüpft. Nur in einem Briefe von 1786, in dem er „von der Entdeckung wegen der grossen Verwandtschaft der Kohlen zu dem noch freien Phlogiston“ [2]) spricht giebt er sich als Anhänger der STAHL'schen Lehre zu erkennen.

Von zwei Ärzten in Florenz GIORGI und CIONI wurden 1785 die Versuche von MEUSNIER und LAVOISIER über die Zersetzung des Wassers wiederholt, jedoch ohne dass sie brennbare Luft erhalten hätten. Naturgemäss scheinen ihnen daher

[1]) a. a. O. p. 9.
[2]) CRELL, Annal. 1786 Bd. II. p. 140.

wie die Resultate der Versuche auch die theoretischen Folgerungen der französischen Chemiker falsch zu sein und dies sprechen sie direkt mit folgenden Worten aus: „Wir wissen nicht, wie diese so bedeutenden Gelehrten ihre Versuche ausgeführt haben, wahrscheinlich sind sie durch irgend einen Umstand, der ihnen trotz ihres grossen Scharfsinnes entgangen sein wird, irre geführt worden.“ [1])

Mit einem andern Teil der LAVOISIER'schen Lehren, nämlich mit dessen Ansichten über die Natur der Wärme, befassen sich einige Arbeiten von BERLINGHIERI, in denen er diese mit den Anschauungen CRAWFORD's vergleicht. Die Ansichten beider finden nicht seine Zustimmung; er kann, obwohl er ausdrücklich hervorhebt, dass seine Meinung von der STAHL's verschieden sei, doch bei seinen Erklärungen das Phlogiston nicht entbehren. Er sagt: „Ich nenne Wärmestoff oder Feuer diejenige Substanz, welche unsere Organe affiziert, indem sie das Gefühl der Hitze hervorruft, welche die Körper ausdehnt und darum das Quecksilber im Thermometer aufsteigen lässt. Ich nenne Phlogiston diejenige Substanz, welche man nach der Verbrennung der Kohle in der Luft findet und die diese fix macht. Ich nenne brennbares Prinzip diejenige Substanz, welche von der Vereinigung des Feuers herrührt und welche die Körper verbrennlich macht.“ [2]) Auf die andern Teile der antiphlogistischen Theorie geht BERLINGHIERI nicht ein, doch lässt sein Beibehalten des Phlogistons mit Sicherheit auch auf eine Ablehnung wenigstens einiger der übrigen Ansichten LAVOISIER's schliessen.

Von zwei weiteren Italienern LUZURIAGA und TONDI werden in Abhandlungen aus den Jahren 1784 [3]) und 1786 [4]) die Versuche LAVOISIER's erwähnt, aber auf die Theorie desselben nicht weiter Rücksicht genommen.

Wir haben nun im Vorhergehenden die Ansichten der hervorragendsten Gelehrten verschiedener Nationalitäten über die

---

[1]) Observ. s. l. Phys. 1785 T. 27 p. 59.

[2]) Observ. s. l. Phys. 1789 T. 35 p. 435.

[3]) LUZURIAGA. Observ. s. l. Phys. 1784 T. 25 p. 252.

[4]) TONDI, Instituzioni di chimica 1786 (L 111) Recension CRELL, Annal. 1788 Bd. 1. p. 566.

Theorie LAVOISIER's genau besprochen und können auf Grund dieser Betrachtung mit Gewissheit feststellen, dass nicht nur in Deutschland, sondern auch in allen anderen Ländern, mit Ausnahme Frankreichs, sich vor 1789 nicht einer der bedeutenderen Chemiker, etwa VAN MARUM [1]) ausgenommen, unbedingt zu den neuen Lehren bekannt hat, und dass die Aufnahme derselben überall die gleiche war. Die Anschauungen LAVOISIER's werden gerade wie in Deutschland in allen anderen Ländern ohne jede Voreingenommenheit eingehend geprüft, teilweise zurückgewiesen, teilweise angenommen; die phlogistischen Ansichten jedoch noch nicht aufgegeben.

Auch in Frankreich konnten wir die gleiche Erscheinung beobachten, nur, dass durch LAVOISIER's persönlichen Einfluss die Übergangszeit abgekürzt wurde, so dass sich die erst noch schwankenden Anhänger schneller zu unbedingter Gefolgschaft entschliessen. Nichtsdestoweniger bleibt auch hier noch eine Anzahl von Forschern der alten Lehre treu.

Bis dahin hatten sich also, wie wir gesehen haben, die Parteien wohl gegenüber gestanden, auch zu kleinen Geplänkeln war es gekommen, aber von einem eigentlichen Aufeinanderplatzen der Geister konnte bisher nicht wohl die Rede sein; das fand erst statt, seit LAVOISIER auch an eine durchgreifende Änderung der chemischen Nomenklatur ging. Es ist das sehr auffallend und sehr bezeichnend. Da, wo es sich wirklich um eine Änderung der Anschauungen von Grund auf handelt, nimmt man die Gegnerschaft milde auf, das Experiment, der Versuch ist die Waffe, mit der gekämpft wird, und da, je nach der Fragestellung der Versuch bald so, bald anders antwortet, und die Frager selbst sich dessen wohl bewusst sind, so liegt zu einem sich Erhitzen kein Grund vor; jetzt aber wird um Worte gestritten, um Namen. Das Bedürfnis nach einer Änderung der Nomenklatur ist längst vorhanden, aber sich von anderer Seite neue, fremde Namen aufdrängen lassen, das erscheint als eine Art Bevormundung, dagegen bäumt sich das Selbstbewusstsein und die Folge ist, dass man plötzlich aus dem ruhigen Fahr-

---

[1]) Es sei jedoch hier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass VAN MARUM derjenige Forscher war, dem etwa die gleichen ungewöhnlichen Geldmittel zur Anstellung seiner Versuche zu Gebote standen wie LAVOISIER.

wasser in die Brandung gerät. Man witzelt über die Neuerung, man verspottet die Namenerfinder; diese, dadurch erregt, gehen nun ihrerseits auch schärfer vor, und es kommt zu einem Bruche, bei dem es an Heftigkeit auf beiden Seiten nicht fehlt. Unbewusst, mehr instinktiv, mag allerdings auch zu diesem nun schroffer werdenden Auftreten beigetragen haben, dass man sich sagen musste: In dieser neuen Nomenklatur ist für die alten Anschauungen kein Platz mehr.

Den eigentlichen Anstoss zu einer Neubildung der chemischen Nomenklatur gab die aus DIDEROT und d'ALAMBERT's berühmter „Encyclopédie ou dictionnaire raisonnée des sciences, des arts et métiers," die von 1751—1772 erschienen war, herausgewachsene „Encyclopédie méthodique par ordre de matières," die 1782 zu erscheinen begann, und für welche GUYTON DE MORVEAU den chemischen Teil bearbeitete, der 1786 unter dem besonderen Titel „Encyclopédie méthodique de chimie" erschien. Die Grundsätze, nach welchen er vorgehen wollte, hatte GUYTON DE MORVEAU schon 1782 in den „Observations sur la Physique" veröffentlicht, und diese hatten, ein Zeichen für das allgemein gefühlte Bedürfnis, z. B. BERGMANN's volle Zustimmung gefunden, welcher den Verfasser aufmunterte, in dem Sinne fortzufahren, und ihn mit seinen Ratschlägen unterstützte.

Die von MORVEAU vorgeschlagenen Grundregeln waren die folgenden:

„Der Name eines Stoffes muss ihn ohne Zusätze und Umschreibungen von anderen genau unterscheiden lassen.

Die Benennungen müssen möglichst mit der Natur des Stoffes übereinstimmen.

Für Stoffe, die ihrer Natur nach noch nicht sicher bekannt sind, ist ein Name, der nichts Bestimmtes bezeichnet, einem solchen, der eine falsche Idee ausdrücken könnte, vorzuziehen.

Neu einzuführende Benennungen werden am besten aus den verbreitetsten toten Sprachen abgeleitet und müssen sorgfältig dem Geist der Sprache, für die sie gebildet werden sollen, angepasst werden." [1])

In diese, wie es uns scheinen will, durchaus verständigen Grundprinzipien wirft LAVOISIER den Gedanken, der in der

---

[1]) Observ. s. l. Phys. 1782 T. 19 p. 370—382.

Folgezeit so unheilvoll für die chemische Nomenklatur werden sollte, dass der Name auch zugleich alle Bestandteile und die ganze Zusammensetzung des Körpers angeben sollte. MORVEAU hatte direkt davor gewarnt, in richtiger Voraussetzung, dass mit dem Körper nicht immer auch zugleich dessen richtige Zusammensetzung erkannt würde; dagegen wendet sich, und zwar siegreich, LAVOISIER und setzt es durch, dass man sich entschloss, redende Namen zu erfinden. Deshalb setzte er, wie bekannt, seine Namen aus zwei Worten zusammen, von denen das eine die Gruppenzugehörigkeit angab, während das andere die Bestandteile bezeichnete und durch verschiedene Endungen das Verhältnis dieser erkennen liess.

Die neue Nomenklatur wurde als „Méthode de Nomenclature chimique par FOURCROY, LAVOISIER, GUYTON DE MORVEAU ET BERTHOLLET“ im Jahre 1787 der Akademie zur Prüfung vorgelegt und von dieser Zeit an von den bedeutendsten Anhängern LAVOISIER's in ihren Abhandlungen gebraucht. Um sie allgemein bekannt zu geben, hatte sich LAVOISIER vorgenommen, ein eigenes Werkchen darüber zu schreiben. Als er daran ging, entstand daraus das erste Lehrbuch der neuen Chemie, sein „Traité élémentaire“.

In den einleitenden Worten sagt LAVOISIER selbst: „Während ich nur die Absicht hatte, die chemische Sprache zu vervollkommnen, verwandelte sich mein Werk unversehens unter meinen Händen, ohne dass ich mich dagegen wehren konnte, in ein Lehrbuch der Chemie.“ [1]) . . . . „Die Unmöglichkeit, die Nomenklatur von der Wissenschaft und die Wissenschaft von der Nomenklatur zu trennen, kommt daher, dass jede physische Wissenschaft notwendiger Weise aus drei Elementen sich zusammensetzt, nämlich, der Reihe von Thatsachen, welche die eigentliche Wissenschaft bilden, den Ideen, welche sie veranschaulichen, und den Worten, die sie ausdrücken. Das Wort soll die Idee gebären, die Idee soll die Thatsachen malen. Es sind dies drei Abdrücke des gleichen Siegels und, da es die Worte sind, welche die Gedanken festhalten und sie weiter geben, so leitet sich daraus ab, dass man die Sprache nicht verbessern kann, ohne auch die Wissen-

---

[1]) Oeuvres T. I. p. 1.

schaft zu verbessern, und eben so wenig die Wissenschaft ohne die Sprache, und dass, wie sicher auch immer die Thatsachen sein mögen und wie sicher auch immer die Gedanken, welche sie gebären, sie dennoch nur falsche Eindrücke hervorrufen müssten, wenn die geeigneten Worte fehlen würden, um sie in exakter Form auszusprechen.“ [1])

So fand also in dem 1789 erschienenen Traité élémentaire die neue Nomenklatur gleichzeitig mit der vollständigen Darstellung der Theorie ihre Verbreitung, wirkte aber auf die Annahme dieser letzteren zunächst nicht fördernd, sondern eher

---

[1]) Oeuvres T. I. p. 2.

In welcher Weise neu erfundene Namen der Verbreitung, auch richtiger Anschauungen, hindernd in den Weg treten, dafür geben die Schriften von Jeremias Benjamin Richter ein geradezu klassisches Beispiel. Nicht der Kampf um das Lavoisier'sche System, wie Roscoe und Schorlemmer (Ausführl. Lehrbuch der Chemie [L. 443] p. 27) nach Berzelius (— wir kommen noch darauf —) sagen, hinderte die Annahme des so wichtigen Richter'schen Neutralisationsgesetzes, sondern die entsetzlichen Namen wie „Lebensluftstoffung,“ „Lebensluftentstoffung“ etc., die Richter erfand und gebrauchte, trugen zweifellos die Hauptschuld daran. Dies giebt Berzelius, der auch meint, dass die Aufmerksamkeit der Chemiker durch den grossen Kampf zu sehr in Anspruch genommen war, um sich Richter mit vollem Verständnis zuzuwenden, zwar nur bedingt zu mit den Worten: „Übrigens hat sein Styl etwas Eigenes. Richter bekannte sich nämlich zu den Entdeckungen der antiphlogistischen Schule, ohne sich von der Sprache der Phlogistiker losmachen zu können, und verderbte es dadurch, dass er die Mittelstrasse einschlug, mit beiden Parteien [Berzelius, Theorie der chem. Proportionen 1820 (L. 431) p. 6. Vergl. auch Loewig, Denkschrift auf J. B. Richter 1874 (L. 442) p. 30].

Diese Angabe von Berzelius ist auch sachlich falsch, und darin liegt zugleich der Beweis für die Richtigkeit unserer Auffassung, denn der Teil der Richter'schen Lehren, der, sich mit der Lavoisier'schen Theorie beschäftigend, auf antiphlogistischen Anschauungen beruhte und dennoch einen brennbaren Grundstoff zuliess, fand, nachdem er von Gren aus dem Richter'schen Deutsch in die gebräuchliche Sprache übersetzt wurde, [Brief von Gren an Westrumb: „Ich betrete die Mittelstrasse nach dem Beispiele der Hr. Leonhardi und Richter.“ Crell, Annal. 1793 Bd. II. p. 342] allgemeine Verbreitung und nicht geringe Anerkennung. [Brief an Trommsdorff: „Eigentlich herrschen ja jetzt nur zwei Systeme, das reine Lavoisier'sche und das Richter'sche und alle andern sind als Modifikationen dieser beiden anzusehen.“ Trommsdorff, Journ. der Pharmac. 1795 Bd. III. p. 314].

hemmend, und auch das ist natürlich, denn gerade das, was uns heutigen Lesern an LAVOISIER's und seiner Anhänger Schriften so zusagt, was uns aufatmen lässt, wenn wir in dem Wuste schlecht definierter Begriffe und Namen, wie sie die älteren Abhandlungen bringen, auf eine Arbeit LAVOISIER's stossen, gerade das musste in der damaligen Zeit das Gegenteil bewirken. Wenn wir heute Ausdrücke, wie „mephitische Luft", „luftvolles vegetabilisches Alkali", lesen, so sind sie für uns teils unverständlich, teils wirken sie geradezu durch ihre Unschönheit beleidigend auf unser Ohr. Damals wirkten auf die Zeitgenossen LAVOISIER's „Oxygenium", „Carbonat" u. s. w. ganz in der gleichen Weise; erst die Gewohnheit schleift die Härten ab. Das muss man sich sehr wohl klar machen, wenn man den **Aufruhr**, den diese letzte Neuerung der Antiphlogistiker bei ihrem ersten Auftreten hervorrief, verstehen will. Müssen wir doch selbst gestehen, dass durch das viele Lesen von Abhandlungen aus jener Zeit für uns die alten Namen viel von ihrer Schrecklichkeit eingebüsst haben.

So wenden sich denn auch zunächst LAVOISIER's eigene Landsleute gegen die neuen Namen, allen voran DE LA MÉTHERIE, der sich gleich bei dem ersten Bekanntwerden derselben in einer Abhandlung vom Jahre 1787 [1]) dagegen ausspricht. Er verwirft die Nomenklatur überhaupt, „weil sie sich auf systematische Anschauungen gründet, welche von der grössten Anzahl der Gelehrten als falsch angesehen werden" und lehnt die Worte als „kühn gebildet und dem Geiste der Sprache nicht entsprechend" ab. Die Ausdrücke Carbonate, Nitrate, Sulfate bezeichnet er als „barbarische, harte" Worte [2]) und die Namen Oxygène und Hydrogène gelten ihm als falsch gewählt, denn man müsse eigentlich den Sauerstoff, der die grösste Gewichtsmenge des Wassers ausmache, mit Hydrogène bezeichnen, dieses letztere dagegen könne man eben so gut „Oleogène" oder „Ammoniacogène" nennen, da es ein Bestandteil sowohl der Öle als des Ammoniaks sei. [3])

Obwohl diese Einwürfe DE LA MÉTHERIE's durchaus be-

---

[1]) Observ. s. l. Phys. 1787 T. 31 p. 270—285.

[2]) a. a. O. p. 274.

[3]) a. a. O. p. 277.

rechtigt sind, hat ihm doch die Erfahrung Unrecht gegeben. Wir gebrauchen heute noch diese Worte, und das Ohr hat sich so daran gewöhnt, dass die Härten derselben in keiner Weise mehr auffallen, und wirklich ist es nur die Gewohnheit zu hören, die das Ohr abgestumpft hat, denn wie schrecklich klingt uns heute noch das vollkommen gleich gebildete, aber nicht gebrauchte „Ammoniacogène“.

Gegen die neue Wortbildung selbst wirft DE LA MÉTHERIE noch ein, dass sie in vielen Fällen vollständig gegen die Analogie verstosse, so zeige das Wort „Carbonique“, das an die Kohle erinnere, keinerlei Analogie mit der fixen und sauren Luft, die als Gasart bekannt sei; der Ausdruck „Carbonate“ sei bisher für gekochtes Fleisch gebräuchlich gewesen und nun solle in der Chemie z. B. „Carbonate de potasse“ die Verbindung von fixer Luft mit Kalium bezeichnen, während die Benennung eher auf einen aus Kohle und Potasche zusammengesetzten Stoff schliessen lasse. [1])

Endlich bringt er noch vor, dass die neue Nomenklatur auch insofern nachteilig sei, als es wohl nie möglich sein werde, die in den verschiedenen Naturwissenschaften und Gewerben durch jahrelangen Gebrauch eingebürgerten Namen durch die neuen zu verdrängen, wodurch Anlass zu vielen Verwechslungen geboten werde. Er äussert sich hierüber: „Aber, sagt man, es giebt eine grosse Anzahl unpassender Namen in der Chemie. Ich erwidere, dass diese Worte durch den Gebrauch geheiligt sind, und dass man sich derselben in der Sprache der Pharmacie, der Kunst und des Handels bedient, dass sich in diesen auch nur durch den Gebrauch autorisierte Veränderungen einführen lassen; übrigens finden sich in allen Teilen der Sprache und in allen Wissenschaften dieselben Nachteile; ausserdem sind diese Namen in alle fremden Sprachen aufgenommen worden.“ [2])

Mit diesem Teil seiner Einwürfe hat DE LA MÉTHERIE Recht behalten, denn bis auf den heutigen Tag sind die älteren Ausdrücke, wie Salpeter, Potasche, Soda u. s. w. im gewöhnlichen Leben im Gebrauch geblieben und auch in der reinen

---

[1]) Observ. s. l. Phys. 1787 T. 31 p. 274.

[2]) a. gl. O.

Wissenschaft haben die nach LAVOISIER'schem Muster gebildeten Benennungen dieselben noch nicht vollständig zu verdrängen vermocht.

Im Jahre 1789 weist DE LA MÉTHERIE nach, dass die Nomenklatur auch im Auslande abgelehnt werde, indem er Briefe [1]) aus Madrid, Pisa, England, Schweden und Marienburg i. Sachsen veröffentlicht, die sich alle gegen die neue chemische Sprache richten.

So lautet der Brief aus Madrid: „Die neue Nomenklatur verletzt zu sehr die spanischen Ohren, als dass sie sich daran gewöhnen könnten, solchen Neuerungen ist die spanische Sprache nicht zugänglich; so wurde ein Apotheker in Madrid, der das Wort Carbonat gebrauchen wollte, mit dem Spitznamen eines Dr. Carbonato belegt"; [2]) und in dem aus Pisa heisst es: „Hat man je etwas weniger Begründetes und weniger Verständiges gesehen als dieses Vokabularium? Man kann ja Namen frei erfinden, wenn man keine Ableitungen finden kann, aber man muss ein wenig Rücksicht auf das Ohr nehmen, man muss nicht die Zahl der Wesen ohne Not erhöhen und abschreckend durch eine barbarische Nomenklatur machen, welche zudem oft irrtümlich und selten nötig ist. Es ist schade, dass Männer von solchem Ansehen, und die durch ihr Wissen und ihr Verdienst bekannt waren, so dem Phantom, eine neue Nomenklatur der Chemie geschaffen zu haben, nachgejagt sind. Ich entsinne mich von einem der Herren Reformatoren sagen gehört zu haben: „Meine Herren, in zwei Jahren wird es in Frankreich kein Phlogiston mehr geben." Diese Herren haben Wort gehalten, Frankreich ist durch sie dephlogistisiert worden, das war eine akademische Dragonade. Aber das arme, nun verbannte, verjagte, verfolgte Phlogiston, wohin wird es sich flüchten? Wir werden es aufnehmen, indem wir sagen, dass man seine Zeit besser zum Anstellen guter Beobachtungen anwendet, als dazu, Namen zu machen." [3])

Diese heftigen Angriffe gegen die Verteidiger der neuen Lehre und ihre Arbeiten, forderte denn auch diese zu einem ent-

---

[1]) Observ. s. l. Phys. 1789 T. 35 p. 75—76.

[2]) a. a. O. p. 75.

[3]) a. a. O. p. 76.

sprechenden Auftreten gegen die Phlogistiker heraus, und nicht nur schriftlich, sondern auch auf alle mögliche andere Weise wurden die Anhänger STAHL's verspottet, und die von ihnen vertretenen Anschauungen lächerlich gemacht. So wurde u. a. CRELL in einem anonymen Briefe von einem Schauspiel berichtet, das der Schreiber desselben in Paris gesehen hatte: „LAVOISIER hätte im Arsenal ein förmliches Auto da fé über das Phlogiston gehalten, worin seine Gattin die Opferpriesterin machte, STAHL zur Verteidigung desselben als advocatus diaboli erschien, aber doch schliesslich das Phlogiston auf Anklage des Oxygens verbrannt wurde.“ [1])

Derartige Auftritte wirkten natürlich nicht beruhigend auf die erhitzten Gemüter, sondern sie reizten zu gleicher Entgegnung auf und verschärften den Gegensatz der beiden Parteien in ganz bedeutender Weise.

Ganz ähnlich wie die beiden oben angeführten, sprechen sich auch die anderen der erwähnten Briefe scharf gegen die neue Nomenklatur aus und verwerfen dieselbe vollständig. Viel richtiger und ruhiger als diese zwar entschuldbaren aber doch gereizten Urteile ist dasjenige, welches die Kommission der französischen Akademie, der der Versuch zur Begutachtung vorgelegen hatte, abgiebt. Dasselbe ist weit entfernt davon, die neue Nomenklatur ohne weiteres gut zu heissen, sie trifft vielmehr ganz das Richtige, wenn sie sagt: „Wir denken also, dass man diese neue Theorie, ebenso wie die Nomenklatur, dem Prüfstein der Zeit und der Versuche, dem Abwägen der Meinungen, welches davon die Folge sein wird, und endlich dem Urteil des Publikums unterbreiten solle, welches schliesslich doch der einzige Gerichtshof ist, der über ihren Wert zu entscheiden hat.“ [2])

Der erste in DE LA MÉTHERIE's Briefwechsel ausgedrückte Widerwille gegen die neue Nomenklatur hinderte jedoch nicht, dass man dieselbe überall kennen lernen will. Das darf als Beweis angesehen werden, dass LAVOISIER's System damals doch schon so mächtig war, dass man sich nicht mit einer kurzen,

---

[1]) CRELL, Annal. 1789 Bd. I. p. 519.
[2]) Observ. s. l. Phys. 1787 T. 31 p. 218.

harten Ablehnung glaubte begnügen zu dürfen. Die Terminologie drängte sich von selbst zur Prüfung auf und nicht wohl zum Mindesten dadurch, dass im „Traité“ gleichzeitig mit ihrer Bekanntgabe auch die neue Theorie ihre erste Gesamtdarstellung fand. So machte sich denn auch in Deutschland alsbald nach dem Erscheinen des „Traité élémentaire“ das Bedürfnis fühlbar, die neue Nomenklatur kennen zu lernen und wo möglich ähnliche deutsche Ausdrücke zu finden, wie dies aus den vielen Besprechungen in den Journalen und dem Erscheinen einer ganzen Anzahl von eigenen Schriften, die diesen Gegenstand behandeln, deutlich hervorgeht.

Bereits im Jahre 1790 bringt GÖTTLING und zwar, wie er ausdrücklich bemerkt, auf Wunsch seiner Leser, in dem „Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker“ eine Übersicht der neuen französischen Namen [1]) und auch CRELL geht schon im Jahre 1791 in einem längeren Artikel näher auf die „Notwendigkeit einer Veränderung der chemisch-technischen Sprache“ ein. Er hält eine vollständige Änderung der ganzen chemischen Nomenklatur nicht für nötig, sondern glaubt, dass durch eine Verbesserung der üblichen Ausdrücke den Verhältnissen genügend Rechnung getragen werde. Demgemäss verwirft er auch die neuen französischen Namen und zwar, weil dieselben von Thatsachen abhängig gemacht seien, die noch nicht vollständig erwiesen und nicht allgemein für gültig erachtet seien. Ferner gälten die neuen Worte nur für die antiphlogistische Hypothese und müssten, wenn diese vielleicht späterhin wieder verlassen werde, abermals abgeändert werden. [2])

GREN bringt 1790 in seinem „Journal der Physik“ eine Übersicht des LAVOISIER'schen Systemes und kommt dabei auch auf die Nomenklatur zu sprechen. Er schreibt hier u. a.: „Man sagt zwar, die Nomenklatur betrifft nur Thatsachen; allein, man wird uns doch nicht im Ernste überreden wollen, dass das oxygène, das hydrogène, carbone, azote, sinnlich erwiesene, kathegorisch dargethane, abgesondert

[1]) GÖTTLING, Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker für 1790 p. 171.

[2]) CRELL, Annal. 1791 Bd. I. p. 225—239; 327—341.

den Sinnen dargestellte Substanzen, nicht blosse Wesen der Einbildungskraft und der Theorie, und um dieser willen angenommen sind." [1])

Und weiter sagt er: „Auf der anderen Seite ist diese neue Nomenklatur gerade ein Hindernis zur Ausbreitung der näheren Bekanntschaft mit dem System, weil es dem natürlichen Triebe zur Bequemlichkeit nicht angemessen ist, sich aus einem Gebäude, in welchem man bisher bequem wohnte, und aus dem uns nichts drängt, wenn auch gleich nicht alles darin vollkommen symmetrisch ist, ohne Not in ein anderes zu begeben, in welchem man sich mühsam erst orientieren muss, wenn man ohne dem von dessen unerschütterlicher Festigkeit nicht völlig überzeugt ist." [2]) Gren entschliesst sich dann bei seiner Darstellung der neuen Theorie die französische Nomenklatur zu gebrauchen, und die älteren deutschen Ausdrücke in Klammern beizusetzen. Auch hier ist bezeichnend, dass Gren, trotz der recht deutlichen Ablehnung, doch die französischen Namen zuerst bringt und in Klammern, also gewissermassen daneben, die alten deutschen.

Im Jahre 1791 erscheint dann auch schon in der Schrift von Christ. Girtanner [3]) „Neue chemische Nomenklatur" ein Versuch, entsprechende Ausdrücke für die deutsche Sprache aufzustellen. Die Worte sind aus den französischen abgeleitet, aber durchaus nicht glücklich für einen allgemeinen Gebrauch gewählt, da sie wenn möglich noch schleppender und unbequemer sind als die bisher gebräuchlichen. So schlägt Girtanner für den alten Namen „Algarothpulver" die Bezeichnung „Mit Kochsalzsäure bereitete Spiessglanz-Halbsäure" vor, und den „Salpeter" benennt er „Salpetergesäuerte Pottasche" [4]) u. s. w.

In besserer Weise war Joh. Andr. Scherer die Übersetzung der französischen Namen in seiner „Neue Nomenklatur für deutsche Chemisten" gelungen, die 1792 erschien. Scherer weist besonders darauf hin, dass für eine durchgreifende Verbesserung der chemischen Sprache auch in Deutschland eine

---

[1]) Gren, Journal der Physik 1790 Bd. II. p. 297.
[2]) a. gl. O.
[3]) geb. 1760 St. Gallen, gest. 1800 Göttingen.
[4]) Girtanner, Neue chem. Nomenklatur 1791 (L. 233) p. 14 u. 17.

Übereinkunft der hervorragendsten Chemiker nötig wäre; es gilt ihm demgemäss auch die französische Nomenklatur, die ja von einer Vereinigung bedeutender Gelehrter aufgestellt worden war, als die beste und er passt sie mit nur geringen Änderungen der deutschen Sprache an. Sein Urteil über dieselbe lautet folgendermassen: „Freilich muss eine neue Nomenklatur, soll sie anders die gewöhnliche verdrängen und in Gang gebracht werden, von vielen Seiten betrachtet, von den Meistern der Kunst geprüft werden, und von der Mehrheit der Stimmen abhängen. Solcher günstiger Umstände darf sich bis jetzt nur diejenige rühmen, welche die ersten Männer unter Frankreichs Chemisten gegründet haben." [1])

Weitere Vorschläge, die französische Nomenklatur in Deutschland verständlich zu machen, erschienen dann in den folgenden Jahren in grosser Anzahl und besonders solche, die die älteren und die neueren Namen in systematischer Weise neben einander angaben; sie waren dazu bestimmt, das Lesen der neueren französischen Werke zu erleichtern, ohne die deutschen Ausdrücke ändern zu müssen, denn eine durchgehende Neubenennung wird meist, wie ausdrücklich von den Verfassern hervorgehoben wird, nicht für nötig gehalten. In diesem Sinne spricht sich z. B. Remler [2]) in seinem neuen chemischen Wörterbuch von 1793 aus, indem er dafür hält, „dass wohl die Nomenklatur der Alten äusserst unbequem, aber trotzdem die Einführung einer ganz neuen chemischen Sprache nicht nötig sei". Nach seiner Ansicht müsse man bei langer Fortsetzung der Entwerfung neuer Nomenklaturen „in ein Labyrinth geraten, das das Lesen älterer Bücher ungemein erschwere". [3])

Ebenfalls als Nachschlagebuch bei der Lektüre chemischer Werke ist die im gleichen Jahre erschienene Schrift von Eimbke [4]) in Kiel „Versuch einer systematischen Nomenklatur für die phlogistische und antiphlogistische Chemie" eingerichtet, indem es die verschiedenen Ausdrücke nach beiden Systemen in mehreren Sprachen bringt.

---

[1]) Scherer, Nomenklatur 1792 (L. 279) Vorrede p. 9.

[2]) geb. Oberlösa 1759.

[3]) Crell, Annal. 1793 Bd. II. p. 186.

[4]) geb. Hamburg 1771, gest. Eppendorf 1843.

Ausser diesen einzelnen Werken finden sich in den Zeitschriften oder in allgemeinen Lehrbüchern der Chemie verschiedene Zusammenstellungen neuer Namen, und besonders Aufsätze, in denen für und gegen durchgehende Neubildung von Benennungen gesprochen wird, und die Gründe, die die Verfasser zu ihrer Ansicht geführt hatten, genau angegeben werden. So äussert sich LICHTENBERG [1]) in der von ihm besorgten Neubearbeitung der „Anfangsgründe der Naturlehre von ERXLEBEN" 1794 dahin, „dass wohl manches in der Nomenklatur Nachahmung verdiene, wo eine blosse Änderung der Endsilben die Verschiedenheit des Stoffes ausdrücke, dass aber die Wörter blosse Zeichen sein sollten und nicht den ganzen Begriff in sich schliessen müssten; so hätte man ruhig den Namen „Metallkalk" beibehalten können, ohne eine Verwechslung mit Kalkerde befürchten zu müssen." [2])

Noch energischer richtet sich ein Aufsatz von ARZT [3]) in GÖTTLING's „Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker" von 1795 gegen LAVOISIER's Grundregeln bei der Aufstellung seiner Nomenklatur. Der Verfasser hebt besonders die Fehler hervor, die in der Folge wirklich so nachteilig für die ganze chemische Sprache wurden und bei jeder Erweiterung der Wissenschaft immer empfindlicher hervortreten. Er sagt nämlich: „Der herrschende Grundsatz mehrerer Nomenklatoren ist, in die Namen der zusammengesetzten Körper alle ihre Bestandteile zu bringen, um sie auf diese Weise so instruktiv als möglich zu machen, und die Gegenstände auf das Bestimmteste zu charakterisieren. Allein dieser Grundsatz möchte in der Anwendung seinen Zweck verfehlen, denn bei den mehr zusammengesetzten Verbindungen müssen die Namen auf diese Art lästig und unbehilflich werden und dennoch wird die gesuchte genaue Bestimmtheit dabei öfters nicht zu erreichen sein." [4])

Seine erst nur skizzierten Anschauungen stellt dann

---

[1]) geb. 1744 Ober-Ramstädt, gest. 1799 Göttingen.

[2]) ERXLEBEN, Anfangsgründe d. Naturlehre (L. 335.) Aufl. 6. 1794 Vorrede p. 35—37.

[3]) geb. ? Sachsen, gest. 1802 Dorpat.

[4]) GÖTTLING, Taschenbuch für 1795 p. 122.

Arzt in einem grösseren besonderen Werke „Versuch einer systematischen Anordnung der Gegenstände der reinen Chemie“ dar, in dem er bessere Prinzipien zu einer Nomenklatur aufzustellen sucht. Er glaubt eine Regelmässigkeit in dem Gebrauche der verschiedenen Worte resp. die Durchführung einer einheitlichen Benennung dadurch erreichen zu können, dass er die bekannten chemischen Stoffe in Familien und Arten einteilt, und die einzelnen Verbindungen nach dem Familien- und Artennamen angiebt, wobei ihm die Linné'sche Benennungsweise der Individuen in der Botanik zum Vorbild dient. [1]) Er entfernt sich also wesentlich von dem Verfahren der französischen Chemiker bei Aufstellung der Namen.

In anderer Weise geht Gren vor, dessen anfängliche Abneigung gegen die französische Sprachveränderung wir schon oben erwähnt haben. Dieser nimmt trotzdem bei seiner Aufstellung einer deutschen Nomenklatur auf die französische Rücksicht und leitet seine Namen von ihr ab; jetzt gesteht er ein, „dass dieselbe in ihrer Art ein Meisterstück sei.“ [2]) Er äussert sich in der Einleitung zu seiner Abhandlung: „Weit entfernt, dass die neue Nomenklatur in der Ausdehnung und dem Umfange als sie entworfen ist, das Studium der Chemie erleichtern sollte, hat sie dasselbe vielmehr erschwert; sie hat die Sprache vervielfältigt und die Synonymie vermehrt. Die letztere ist kein Gewinn für die Wissenschaft, sie ist es nicht einmal für die Sprache.“ [3]) Und an anderer Stelle heisst es: „Wer es aber nicht behalten kann, dass Zinnober schwefelhaltiges Quecksilber, Bittersalz schwefelsaure Talkerde, Alaun schwefelsaure Thonerde ist, der ist doch für die Chemie verloren, und den wird auch die neue Nomenklatur zu keinem Chemisten machen können. Doch diese neue Nomenklatur ist nun einmal in ihrem ganzen Umfange da, und die künftige Generation muss es sich gefallen lassen, so viele Synonyma mehr zuerlernen.“ [4])

Obwohl in den ersten Jahren so viele Vorschläge für die

---

[1]) Arzt, Vers. einer Anordnung der Gegenst. der reinen Chemie 1795 (L. 345).

[2]) Gren, Neues Journal der Physik 1795 Bd. II. p. 176.

[3]) a. a. O. p. 178.

[4]) a. a. O. p. 179.

neue Nomenklatur gemacht worden waren, konnte man in Deutschland nicht zu einer Einigung gelangen. Wohl hatte man sich notgedrungen für die französischen Grundprinzipien entschieden, aber welche von den für die deutsche Sprache nach denselben aufgestellten Nomenklaturen massgebend sein sollte, war eine Frage, die stets unentschieden blieb, denn, obwohl es oft und von verschiedenen Seiten gewünscht worden war, gelang es in Deutschland niemals durch eine Vereinigung der bedeutendsten Chemiker, wie dies in Frankreich geschehen war, die allgemeine Anerkennung einer einheitlichen chemischen Sprache zu erlangen.

An Versuchen zu einer derartigen Einigung fehlte es nicht, so erliess ALEX. NICOL. SCHERER [1]) im Jahre 1799 in seinem Journal einen Aufruf an seine Leser,[2]) ihre Wünsche hierüber zu äussern und veröffentlichte eine Reihe von Abhandlungen, die ihm von hervorragenden Chemikern als Antwort auf seine Aufforderung eingegangen waren, und auch CRELL kam 1800 nochmals auf diesen Punkt zu sprechen,[3]) aber ohne dass hierdurch das gehoffte Ziel erreicht wurde. Die französische Nomenklatur ging allmählich vollständig in den deutschen Sprachgebrauch über, und die fremdsprachigen Ausdrücke wie „Oxyd" und „Carbonat" u. s. w., für die man sich anfangs abmühte, deutsche Namen zu finden, haben sich so eingebürgert, dass sie von jedermann gebraucht und verstanden werden.

In den anderen Ländern wurde, wie dies die oben schon angeführten Briefe beweisen, die neue Nomenklatur ebenfalls zuerst scharf abgelehnt; auch hier kann man sich nicht sofort entschliessen, dieselbe in ihrem ganzen Umfange zu adoptieren, und doch sieht man sich bald genötigt, die französischen Worte in die betreffende Sprache zu übertragen.

In durchaus ablehnender Weise wird die von LAVOISIER und seinen Anhängern ausgeführte Neugestaltung der chemischen Sprache in zwei Briefen [4]) von DE LUC,[5]) der damals

[1]) geb. 1771 St. Petersburg, gest. 1824 St. Petersburg.

[2]) SCHERER, Journ. d. Chem. 1799 Bd. II. p. 146—170.

[3]) CRELL, Annal. 1800 Bd. I. p. 523—536.

[4]) Observ. s. l. Phys. 1790 T. 36 p. 144—154, 193—207. Übersetzt in GREN, Journal der Physik 1790 Bd. II. p. 252—268; 402—429.

[5]) geb. 1727 Genf, gest. 1817 Windsor.

als Vorleser der englischen Königin in Windsor weilte, an DE LA MÉTHERIE (1790) besprochen. In erster Linie scheint ihm dieselbe verwerflich, weil sie sich auf eine Hypothese stützt, die durch die neue Nomenklatur verewigt werden soll, obwohl sie selbst in ihren wichtigsten Punkten noch nicht erwiesen sei, und weiter gelten ihm die alten Bezeichnungen noch vollständig für zweckentsprechend und genügend. Dies spricht er in der Einleitung zu seiner Arbeit aus, in der es heisst: „Ungeachtet der mancherlei Mängel, welche die bisherige Nomenklatur in Absicht ihrer Etymologie hat, so enthalten die Benennungen in denselben doch eben nichts, was der Deutlichkeit der Wissenschaft schade. Denn man kennt ja die durch den Namen bezeichneten Substanzen und über deren Natur denkt jeder so, wie es ihm wahrscheinlich dünkt, ohne sich einmal etwas von den Ideen derjenigen, welche ihnen die Namen gaben, träumen zu lassen.“ [1]) Am Schluss des ersten Briefes wendet er sich dann nochmals sowohl gegen die neue chemische Sprache als gegen die Theorie selbst mit den Worten: „Ich bleibe itzt hier stehen, nachdem ich gezeigt habe, dass die Grundstützen der neuen Nomenklation bloss Hypothesen sind, die selbst bei den einzelnen Erscheinungen, auf welche allein man sie gründete, ihre wesentlichen Nachteile in Vergleichung mit den vormaligen Hypothesen haben, deren Forderungen doch nicht so weit gingen, die Sprache der Physik zu ändern.“ [2])

Aus dem gleichen Grunde, einer noch viel zu grossen Ungewissheit über die Wahrheit der neuen Theorie, verwirft auch GADOLIN in Abo die „Neue chemische Kunstsprache“ im Jahre 1789. Er giebt wohl zu, dass die Aufstellung einer solchen durch die Reihe neu entdeckter Thatsachen nötig geworden sei, kann sich aber mit den französischen Benennungen nicht einverstanden erklären, „da sie in vielen Fällen unkonsequent durchgeführt seien und sich auf Hypothesen gründen, die noch nicht genügend bestätigt seien.“ Er glaubt vielmehr, dass das Bekanntsein mit der Natur der Elemente vorläufig noch viel zu unvollständig sei, um als

---

[1]) Observ. s. l. Phys. 1790 T. 36 p. 145. GREN, Journal. 1790 Bd. II. p. 253.

[2]) a. a. O. p. 154 und a. a. O. p. 268.

Grundlage für ein System in der Chemie und für die Einführung neuer Benennungen zu dienen. [1])

In Italien hatte man sich, wie der oben (p. 81) citierte Brief aus Pisa deutlich erkennen lässt, ebenfalls anfangs heftig gegen die französische Terminologie aufgelehnt, aber im Laufe der Zeit scheint doch das Urteil hierüber milder geworden zu sein, und sich das Bedürfnis, dieselbe auch in der Landessprache gebrauchen zu können, fühlbar gemacht zu haben. Als nämlich im Jahre 1795 Brugnatelli die französische Nomenklatur mit nur geringfügigen Abänderungen ins Italienische übertragen hatte, [2]) fand dieselbe nach seiner eigenen Aussage „in ihrer neuen Fassung allgemeinen Beifall". [3]) Es ist auch ganz begreiflich, dass in Italien, nachdem man sich über die anfangs so hart beurteilten Grundprinzipien Lavoisier's hinweggesetzt hatte, die Einführung der französischen Namen keine weiteren Schwierigkeiten mehr machte, denn eine Übertragung derselben in die stammverwandte italienische Sprache konnte bedeutend leichter und exakter durchgeführt werden, als dies für Deutschland möglich war. Hier war es gerade die überaus schwere Wahl zwischen den verschiedenen, oft wesentlich von einander abweichenden Vorschlägen deutscher Ausdrücke, die einer allgemeinen Anwendung hindernd in den Weg traten.

Über die Aufnahme der neuen Nomenklatur in England vermochten wir, trotz eifrigen Bemühens, nur wenige Beweise aus Originalabhandlungen zu erbringen, da Arbeiten über diesen Gegenstand sich in den „Philosophical Transactions" nicht finden, und wir uns andere Schriften, die Auskunft hierüber geben könnten, weder aus inländischen, noch englischen Bibliotheken zugänglich machen konnten.

Dass die neue chemische Sprache auch dort anfänglich abgelehnt wurde, bezeugt de la Métherie, der 1788 selbst in England war, und folgendes berichtet: „Über die versuchte neue Nomenklatur der Chemie ist nur eine Stimme; man verwirft sie allgemein," [4])

---

[1]) Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. 1789 Bd. IV. p. 77—89.

[2]) Brugnatelli, Prospetto di riforma alla nuova Nomenclatura 1795 (L. 347).

[3]) Crell, Annal, 1796 Bd. II. p. 636.

[4]) Crell, Annal. 1788 Bd. II. p. 140.

und auch unter den oben erwähnten Briefen in den „Observations sur la Physique" von 1789 spricht sich ein ungenannter Professor in England gegen die Nomenklatur und Theorie LAVOISIER's aus. Dieser sagt, „dass die letztere die geringe Anzahl von Anhängern, welche sie in England haben konnte, wieder verloren habe; er selbst sei unter der Zahl derselben gewesen und erkenne jetzt, dass er sich zu früh entschieden habe." [1])

Auch KIRWAN spricht sich einmal im Jahre 1791 in einem seiner Briefe, in denen er sich zu der neuen Theorie bekennt, über die Nomenklatur mit folgenden Worten aus: „Allein, wenn man auch selbst das Dasein des Phlogistons in den Metallen, der Salpeterluft und -säure leugnet, so sollte man doch die alten Benennungen beibehalten und die chemische Sprache nicht ändern, weil man jene doch nicht im buchstäblichen Sinne zu verstehen hätte; es wäre hinlänglich, dass sie nur gewisse, wohlbekannte Zustände der Körper andeutete." [2])

Später lässt sich DAVY, der, was übrigens doch besonders bemerkt zu werden verdient, Zeit seines Lebens ein Antagonist LAVOISIER's blieb, folgendermassen über die Einführung der neuen Nomenklatur vernehmen: „Sie wurde nach vielem Diskutieren und Opponieren die Sprache der neuen und heranwachsenden Generation der Chemiker in England." [3]) Sein eigenes Urteil über die Grundprinzipien der LAVOISIER'schen Wortbildung giebt er dahin ab: „Einfachheit und Schärfe müssen Charakteristika einer wissenschaftlichen Sprache sein, Worte müssen Dinge bezeichnen oder deren Analoga, nicht aber Meinungen. [4]) . . . . Ausserdem müssen die Prinzipien einer zusammengesetzten Nomenklatur verhältnismässig eng begrenzt sein; ist es doch kaum möglich, Stoffe, die aus fünf oder sechs Elementen bestehen, auf diese Weise zu bezeichnen, und das führt zu so schwierigen Fällen, dass man nicht sagen kann, welcher von den möglichen Namen der richtige ist." [5])

Auch diese Neuerung LAVOISIER's hat also in allen Län-

---

[1]) Observ. s. l. Phys. 1789 T. 35 p. 76.
[2]) CRELL, Annal. 1791 Bd. I. p. 425.
[3]) DAVY, Collected works Bd. IV. p. 33.
[4]) a. gl. O.
[5]) a. gl. O.

dern gleichartige Aufnahme gefunden. Wie die neue Nomenklatur in Frankreich sofort nach ihrem Bekanntwerden von DE LA MÉTHERIE einer scharfen Kritik unterzogen wird, so geschieht dies in allen anderen Ländern und überall sind es die gleichen Gründe, die für die Ablehnung zunächst geltend gemacht werden. Die Worte sind ungewohnt, sie sind nicht konsequent gebildet, sie zeigen keinerlei Vorteile gegen die gebräuchlichen, und dann stützen sie sich àuf eine Hypothese, die noch nicht genügend erwiesen scheint.

Aber doch ist es besonders das letztere gewesen, welches das grösste Hindernis für die schnelle Einführung der Nomenklatur abgab, denn offenbar hatte man sich, ohne es eingestehen zuwollen, verhältnismässig leicht an die fremden, absonderlich klingenden Namen gewöhnt, und hatte eingesehen, dass man die wirklich eingebürgerten alten Namen nicht in allen Fällen, sondern nur da, wo es sich um Charakterisierung der chemischen Individualität handelte, durch die neuen, gemachten, zu ersetzen brauchte. Denn, wie schon LAVOISIER, als er seinen „Traité“ schrieb, erfahren hatte, liess sich in der That die Nomenklatur nicht von der Wissenschaft und die Wissenschaft nicht von der Nomenklatur trennen, und dies hatten die Gegner der neuen Theorie auch bald genug erkannt.

Die neuen Namen verwarfen alles, was an die Phlogistontheorie erinnern konnte, mit ihrer Annahme war man gezwungen, die alten Anschauungen aufzugeben und sich für die neuen zu entscheiden. Wie konnte man auch von einem „Hydrogen“ sprechen, wenn man nicht gleichzeitig von der Zusammengesetztheit des Wassers überzeugt war, wie von einem „Oxygen,“ wenn man nicht an den säuernden Charakter desselben, wie von einem „Carbonate de potasse, — de soude, — de fer“ u. s. w. sprechen, wenn man nicht an die Zusammensetzung, die diese Namen begründete, glaubte. Da nun aber, wie wir gesehen haben, in allen Ländern das Urteil über LAVOISIER's Sprache sich milderte, und dieselbe sich mehr und mehr Eingang zu verschaffen wusste, so schlich sich mit ihr unbewusst auch die Anerkennung der ganzen Theorie in die Reihen der Gegner ein, und so wurde manch' einer zu der neuen Lehre bekehrt.

Dies findet seine Bestätigung darin, dass die ersten Übersetzer

der französischen Nomenklatur ins Deutsche, GIRTANNER und SCHERER, schon die neue Theorie zum Teil angenommen hatten, und auch GREN kurz vor Veröffentlichung seiner Vorschläge für eine neue chemische Sprache seine früheren Anschauungen aufgegeben hatte. Jedoch ging man nicht gleich mit flatternden Fahnen in das Lager der Gegner über, sondern gerade so wie man eine Zeit lang glaubte, man könne durch Einführung nur einiger der neuen Namen in die bisher gebrauchte chemische Sprache diese vollständig den Erfahrungen anpassen, so versprach man sich auch anfangs aus einer Verquickung der beiden Theorien die beste Beilegung des Streites. Man suchte den phlogistischen Lehren einen Teil der Anschauungen LAVOISIER's einzuverleiben, oder die Mängel der antiphlogistischen Auffassung durch Aufnahme einzelner Teile aus STAHL's System zu eliminieren. Aber gerade durch diese Versuche der Verbindung beider Theorien sah man deutlich ein, dass dieselben einander völlig ausschlossen und man unbedingt eine Entscheidung für die eine oder die andere treffen müsse und so war denn der Schluss ein vollkommener Sieg der LAVOISIER'schen Theorie.

Das grosse Interesse, das man LAVOISIER's Anschauungen entgegenbrachte, geht deutlich aus der Aufnahme hervor, die sein „Traité élémentaire“ in Deutschland fand, denn, wie wir oben erwähnt haben, wurde bald nach dessen Veröffentlichung das Bedürfnis rege, die neuen Namen kennen zu lernen, um die Lehrsätze verstehen zu können, und schon in den Jahren 1789 und 1790 finden sich in den Zeitschriften kurze Auszüge aus dem neuen chemischen Lehrbuch. Bereits in denselben Jahren treten auch einige hervorragende deutsche Gelehrte als Anwälte der antiphlogistischen Theorie auf.

Als erster, der sich öffentlich zu dieser bekannte, ist HERMBSTAEDT zu nennen, der sich in dem zweiten Bande seiner „Bibliothek der neuesten physikalisch-chemischen Litteratur von 1789, also noch im Jahre des Erscheinens des Traités vollständig zu Gunsten der Anschauungen LAVOISIER's ausspricht. Bei einer Besprechung von KIRWAN's „Essay on Phlogiston“ und der Beantwortung desselben durch die französischen Chemiker sagt er: „Soll ich meine aufrichtige Meinung

sagen, so finde ich bei aller, ja der strengsten Überlegung, keinen einzigen triftigen Grund, den ich dieser neuen Lehre entgegenstellen könnte. Zwar habe ich in den beigebrachten Anmerkungen mancherlei Einwürfe gemacht, aber ich gestehe es, dass auch diese Einwürfe durch diese neue Theorie sehr gut erklärt werden können. Warum ist man jetzt einer Sache so sehr zuwider, die sich auf lautere Thatsachen stützt, warum sucht man die grosse Wahrheit, die unter dieser Thatsache versteckt liegt, mit Gewalt zu verdunkeln? Warum ist man im Gegenteil bemüht, eine Lehre aufrecht zu erhalten, die so selten hinreichend ist, die physischen Erscheinungen zu erklären, wie die des Phlogistons? Ganz aufrichtig gestehe ich es, dass, wenn ich bis jetzt jener Theorie von der Nichtexistenz eines entzündbaren Grundstoffes zuwider war, so geschah es aus keiner anderen Ursache, als weil ich die ganze Theorie noch nicht genau kannte.“ [1])

Hermbstaedt ermahnt dann noch seine Landsleute zu einer vorurteilsfreien Prüfung der neuen Theorie und schliesst mit den Worten: „Einige Versuche sind noch anzustellen, um sie tief in mein Innerstes zu vergraben, um nur allein durch sie reden zu können. Sollten daher jene Versuche sie gleichfalls bestätigen, dann werde ich sie verteidigen, so lange, bis man alles Vorurteil ablegen und sie so wie ich anerkennen wird.“ [2])

In seinem 1791 erschienenen „Grundriss der Experimentalchemie“ giebt Hermbstaedt die Erklärungen nach den beiden Theorien, da es ihm einerseits „an Thorheit zu grenzen schien, mit trotzendem Vorurteil, selbst gegen die eigene Überzeugung die alte Theorie allein vorzutragen“ und andrerseits schien es ihm „Vorwitz zu verraten,“ [3]) die neue Lehre jetzt schon vollständig dem Buche zu Grunde zu legen. In dem gleichen Jahre hat Hermbstaedt dann auch noch eine Vorrede zu der von Wolf in Berlin besorgten Übersetzung von „Chaptal's Anfangsgründe der Chemie“ verfasst, in der er sich ebenfalls

---

[1]) Hermbstaedt, Bibliothek 1789 (L 149) Bd. II. p. 277.

[2]) a. a. O. p. 279.

[3]) Hermbstaedt, Grundriss der Experimentalchem 1791. (L 240) Vorrede p. VI.

durchaus für die neue Theorie ausspricht. und 1792 tritt er dann als Verteidiger des neuen und gleichzeitig als direkter Gegner des alten Systems öffentlich auf.

LAVOISIER's „Traité" wurde von ihm übersetzt und mit Anmerkungen versehen, die sich oft scharf gegen die Anhänger der phlogistischen Lehren richten. So z. B. schreibt er: „Möchte man doch diese Theorie recht erwägen, möchte man die STAHL'sche recht damit vergleichen! Gewiss, man würde, ginge man mit offenen Augen zu Werke, liesse man sich nicht von Eigenliebe und Selbstgefälligkeit täuschen, man würde, sage ich, erfahren, wie gross der Unterschied zwischen Wahrheiten und Hypothesen ist, man würde mit Erstaunen bemerken, wie sehr man sich getäuscht hatte, man würde das Phlogiston verlassen, um dieser neuen Lehre zu huldigen. Aber noch ist der Zeitpunkt nicht gekommen, wo man unparteiisch genug über diese Sache nachdenkt, noch ist man zu sehr für das alte System eingenommen, als dass man das neue einer unparteiischen Prüfung würdigte; und so wird man Streitigkeiten mit Streitigkeiten häufen, die im ganzen genommen der Wissenschaft mehr zum Nachteil als zum Vorteil gereichen müssen." [1])

Auch in kleineren Abhandlungen bestreitet er jetzt die alte Theorie und widerlegt die Einwürfe, die die Anhänger derselben gegen LAVOISIER's Anschauungen vorgebracht haben. In einer von diesen „Über Oxygen und Phlogiston," [2]) in der er sich besonders gegen GREN und WESTRUMB richtet, lässt er sich eingehender auf die Gegensätze der beiden Parteien ein und führt noch als weitere Anhänger der neuen Lehre GIRTANNER, MAYER, KLAPROTH, HINDENBURG und KLÜGEL [3]) auf; es hatte also die Phlogistontheorie im Jahre 1792 schon eine Anzahl mächtiger Gegner in Deutschland.

Unter diesen zeichnete sich besonders durch seine scharfe Verurteilung der alten Meinung GIRTANNER aus, der durch mehrjährigen Aufenthalt in Paris und häufigen Verkehr mit den Führern der Antiphlogistiker sich für die neue Lehre be-

---

[1]) LAVOISIER, System der antiphl. Chemie 1792 (L. 275) p. 244 Anm.
[2]) CRELL. Annal. 1792 Bd. II. p. 209—222.
[3]) a. a. O. p. 211.

geistert hatte und dieser nun in Deutschland Verbreitung zu verschaffen suchte. Schon im Jahre 1792 gab er ein Lehrbuch der antiphlogistischen Chemie,[1]) das erste, das in Deutschland erschienen war, heraus und legte darin die neue Theorie mit grosser Ausführlichkeit dar. Besonders berücksichtigt er hier die Einwürfe, die von der Gegenpartei gemacht worden waren, und widerlegt sie; ausserdem richtet er sich in einem eigenen Anhang gegen die ganze phlogistische Lehre. In diesem weist er nach, dass das Phlogiston Stahl's, das dieser nur als hypothetisch zur Erklärung einiger Erscheinungen angenommen hatte, von seinen Anhängern allmählich zu einem Wesen gemacht worden sei, das mit den verschiedensten Eigenschaften belegt, alles erklären müsse und über dessen Natur sich jeder eine andere Vorstellung mache. Diesem stellt er dann gegenüber: „In Herrn Lavoisier's Theorie wird nichts Hypothetisches vorausgesetzt, sondern alle Sätze werden mit der Wage und dem Massstabe in der Hand bewiesen. Warum wollen wir dann zu einem hypothetischen Prinzipium unsere Zuflucht nehmen, dessen Existenz nicht bewiesen werden kann, das man bald als schwer, bald als leicht und nicht schwer, bald als negativ schwer angiebt, das bald durch die Gefässe durchgeht und bald auch nicht durchgeht, mit einem Worte, aus dem man alles macht, was man will.“ [2]) Girtanner gebraucht auch in seinem Buche bereits die neue Nomenklatur, die er, wie wir oben (p. 84) bemerkt haben, in dem vorhergehenden Jahre in's Deutsche übersetzt in einer eigenen Schrift herausgegeben hatte.

Joh. Tob. Mayer, Prof. in Erlangen, [3]) finden wir von 1791 an unter der Zahl der Anhänger der neuen Lehre. Er bezeugt zuerst seine Annahme derselben in einem Briefe, in dem er Gren's Einwürfe gegen Lavoisier's System widerlegt. Hier sagt er: „Ich bedaure nur, dass es mir an Zeit fehlte, gegen diese Einwürfe auch die Erinnerungen abzuwiegen, die sich umgekehrt gegen das phlogistische System machen liessen. Ich würde dann um so mehr haben zeigen können, dass uns

---

[1]) Girtanner, Anfangsgründe der antiphl. Chemie 1792 (L. 264).

[2]) a. a. O. p. 467.

[3]) geb. 1752 u. gest. 1830 Göttingen.

[hin]längliche Gründe nötigen, Herrn LAVOISIER's System [we]nigstens einstweilen den Vorzug einzuräumen."[1]) Und im [gl]eichen Jahre bezeugt er auch seine Gegnerschaft zur Phlo[gi]stontheorie in einer Schrift „Über die Gesetze und Modi[fi]kationen des Wärmestoffes", in der er sich schon grossenteils [d]er neuen Nomenklatur bedient. Hier heisst es: „Warum [gl]aubt man also noch einen besonderen Stoff (Phlogiston) an[n]ehmen zu müssen, um die Reduktion der Metallkalche (!) zu be[g]reifen, da sie ja nur ihres Oxygens beraubt werden dürfen, [u]m wieder in metallischer Form zu erscheinen." [2]) „. . . . Es [w]ird nunmehr ohne Schwierigkeit einzusehen sein, wie in der Theorie von der Verkalchung (!) und Wiederherstellung der Metalle das sog. Phlogiston eine sehr überflüssige Rolle spiele." [3])

Die anderen von HERMBSTAEDT bis 1792 als Anhänger der [n]euen Theorie Genannten scheinen dieselbe ohne weitere Erklärung angenommen zu haben, wenigstens findet sich in den Zeitschriften der entsprechenden Jahre nichts derartiges. Von KLAPROTH wird nur erwähnt, dass er im Jahre 1792 in [G]emeinschaft mit HERMBSTAEDT, KARSTEN und seinem Schüler PECHIER aus Genf durch Reduktion des Quecksilberkalkes eine [g]enau dem Gewichtsverluste desselben entsprechende Menge Sauerstoff erhalten und somit die Einwürfe WESTRUMB's, dem dieser Versuch nicht gelungen war, und der ihn deshalb als [b]eweisend gegen die neue Theorie aufführte, widerlegt habe.[4]) Seine späteren Abhandlungen sind alle im Sinne der antiphlogistischen Theorie abgefasst. Auch KLÜGEL[5]) tritt bereits 1792 direkt als Antiphlogistiker auf, indem er dem chemischen Teil seiner „Anfangsgründe der Naturlehre" die Theorie LAVOISIER's zu Grunde legt und in der Vorrede erwähnt, dass diese ihm die wahrscheinlichere zu sein scheine.

Wir haben oben schon die Übersetzung der französischen Nomenklatur von JOH. ANDR. SCHERER angeführt und auch

---

[1]) GREN, Journal der Physik 1791 Bd. IV. p. 374.

[2]) J. T. MAYER, Gesetze u. Modifikationen des Wärmest. (L. 248) 1791 p. 140.

[3]) a. a. O. p. 145.

[4]) GREN, Journal der Physik 1792 Bd. VI. p. 423.

[5]) geb. 1739 Hamburg, gest. 1812 Halle.

bereits angedeutet, dass dieser bei Abfassung seiner Schrift (1792) den Lehren LAVOISIER's huldigte. Er spricht dies direkt in seinem Buche aus und sucht dort auch die Gründe zu ermitteln, die die neuen Lehren und Benennungen nur langsam zur Annahme gelangen lassen. Er glaubt das grösste Hindernis hierfür in der zu schnellen, fast plötzlichen Änderung der Ansichten zu sehen. „Dieser Fall war unerwartet," sagt er, „und die Reformation des chymischen Lehrgebäudes zu schnell. Man konnte nicht so leicht begreifen, dass das Wasser, die Salpetersäure, Schwefelsäure u. s. w. zusammengesetzte Substanzen, die Grundlage der Lebensluft der einzige Grund aller Säuren sein, die Gasarten aus einer festen, in Wärmestoff allein aufgelösten Grundlage bestehen, und kein Körper mehr Brennstoff enthalten solle. Aber wer kann es den Stiftern des neuen Lehrgebäudes übel nehmen, dass sie STAHL's Brille bei Seite legten und dann freilich das Ding nicht mehr sahen, welches seine Anhänger und Verehrer überall zu sehen glaubten." [1]) Auch schon in seiner Schrift „Genaue Prüfung der Hypothese vom Brennstoff" [2]) von 1790, die 1793 von BRETFELD aus dem Lateinischen ins Deutsche übersetzt wurde, richtet sich SCHERER direkt gegen die Phlogistiker und verteidigt die neue Lehre.

Ebenso wie SCHERER hat sich auch sein Wiener Landsmann JOS. FRANZ V. JACQUIN [3]) bereits 1792 vollständig für die neue Theorie entschieden und legt sie seinem 1793 erschienenen „Lehrbuch für die allgemeine und medizinische Chemie" zu Grunde. Er gebraucht hier die alte Nomenklatur deswegen, weil er sich noch für keine der vorgeschlagenen deutschen Übersetzungen erklären kann. Wenn er in einem Anhange am Schluss des zweiten Teiles dennoch eine Darstellung des alten Systems giebt, so ist dies offenbar nur eine Konzession an seinen jammernden Verleger, der bei ganz einseitiger Darstellung für den Absatz des Buches fürchten mochte, nicht aber an das System selbst. Denn er begründet sein Vorgehen mit

---

[1]) SCHERER, Nomenklatur 1792 Vorrede p. 3.

[2]) J. A. SCHERER, Scrutinium hypotheseos principii inflammabilis; bei N. J. v. JACQUIN, Collectanea ad botanicam, chemiam et historiam naturalem spectantia Bd. IV. 1790 p. 87—92. als eigene Schrift von BRETFELD ins Deutsche übersetzt 1793 (L. 312).

[3]) geb. 1766 Schemnitz, gest. 1839 Wien.

keinem Wort, verurteilt die Phlogistik vielmehr am gleichen Ort in folgender scharfer Weise: „Das System der Antiphlogistiker verdient den Vorzug, welcher demselben fast von allen itzt lebenden Naturforschern gegeben wird, dadurch, dass es fast alle Phänomene zusammenhängend erklärt, dass es dem einfachen Gange der Natur angemessener ist, und dass alle Folgen darin unmittelbar aus den Thatsachen genommen sind, ohne transcendentelle Spitzfindigkeiten dabei nötig zu haben.“ [1])

Wir sahen also, dass sich von deutschen Chemikern HERMBSTAEDT, WOLF, der Übersetzer CHAPTAL's, GIRTANNER, MAYER, KLAPROTH, HINDENBURG, KLÜGEL, SCHERER und JACQUIN, also eine ganze Reihe, alsbald nach dem Erscheinen des „Traité“ der neuen Lehre so gut wie rückhaltlos zugewandt hatten. Diese suchen für ihre Anschauung Propaganda zu machen, dadurch gerät die Frage von neuem in Fluss und auch die noch Zögernden werden veranlasst, Behauptungen und Einwürfe noch einmal zu prüfen. Sie wiederholen die Versuche und verteidigen ihre älteren Ansichten so lange, bis sie, oft nach vielen vergeblichen Bemühungen, endlich überzeugende Resultate erhalten haben und ihnen hierdurch die Wahrheit der neuen Lehre bestätigt worden ist.

Diese erst später Übertretenden nehmen jedoch nicht mit gleicher Rückhaltlosigkeit das ganze System ohne jede Einschränkung an, denn im Laufe der Zeiten haben sich doch auch offenbare Mängel des antiphlogistischen Systems herausgestellt, die selbst die treuesten Anhänger vergeblich zu heben versucht hatten. Sie entschliessen sich also zur Annahme der Theorie LAVOISIER's, treten für dessen Anschauungen von der Metallverkalkung, Verbrennung, Atmung, von der zusammengesetzten Natur des Wassers etc. ein, suchen aber zugleich verbessernd in die als unzulänglich erkannten Stellen einzugreifen. Naturgemäss füllen sie diese Lücken des neuen Systems mit Teilen der Phlogistontheorie aus, soweit ihnen dieselbe die Erscheinungen genügend hatte erklären können, bei denen ihnen die antiphlogistische Erklärungsweise nicht befriedigend schien. Die so entstehenden Theorien dürfen jedoch keineswegs als Zwischentheorien zwischen den STAHL'schen und den LAVOISIER'schen Lehren angesehen

---

[1]) JACQUIN, Lehrbuch der Chemie 1793 (L. 302) T. II. p. 214.

werden; alle fussen vollständig auf den neuen Anschauungen und wollen diese, wo nötig, verbessern, nicht aber den alten Lehren wieder Geltung verschaffen. Gerade so wie unsere heutigen Ansichten müssen diese als Ableitungen derjenigen LAVOISIER's bezeichnet werden, und ihre Anhänger waren ebenso Vertreter dieser, als wir es heute sind, denn gerade dieselben Teile der Theorie, die man damals schon als unrichtig erkannte, und durch ebenso falsche Ergänzungen verbessern wollte, hat man im Laufe der Zeit fallen lassen müssen.

Unter diesen, die trotz ursprünglicher Bedenken sich doch bald der Lehre LAVOISIER's anschlossen, ist HILDEBRANDT in Erlangen [1]) zu nennen, auf den gewiss sein Kollege in der physikalischen Disziplin, der schon genannte JOH. TOB. MAYER nicht ohne Einfluss gewesen sein wird. HILDEBRANDT hatte im Jahre 1793 eine vergleichende Übersicht der beiden Systeme [2]) verfasst, in der er dieselben nebeneinander stellt, ohne zu Gunsten des einen oder anderen einzutreten. Im gleichen Jahre bekundet er dann in einer Abhandlung eine grössere Vorliebe für die Theorie LAVOISIER's in den Worten: „So ungern ich die Lehre vom Phlogiston ganz aufgeben möchte, so wenig kann ich als unparteiischer Beobachter leugnen, dass ich allmählich geneigt bin, auch ein Antiphlogistiker zu werden;“ [3]) und schon 1794 bekennt er sich in seinen „Anfangsgründe der Chemie“ als vollständiger Anhänger der neuen Theorie. Er schreibt in der Vorrede: „Dass das neue System noch Lücken und Mängel hat, ist gewiss. Allein, da man doch bei einem systematischen Vortrage einer Wissenschaft ein gewisses System wählen muss, so habe ich lieber das neue als das alte gewählt, weil jenes nach meiner Einsicht den Vorzug verdient.“ [4])

Als einen der bedeutendsten Mängel bezeichnet dann HILDEBRANDT: „Die LAVOISIER'sche Theorie erklärt jedoch noch nicht die Entstehung des Lichtes beim Verbrennen.“ [5]) Damit hat HILDEBRANDT einen thatsächlichen Mangel des LAVOISIER'schen

[1]) geb. 1764 Hannover, gest. 1816 Erlangen.
[2]) CRELL, Annal. 1793 Bd. I. p. 536–560.
[3]) CRELL, Annal. 1793 Bd. II. p. 99.
[4]) HILDEBRANDT, Anfangsgründe 1794 (L. 332) Bd. I. Vorbericht p. 4.
[5]) a. a. O. p. 444.

Systems aufgedeckt. Der Lichtstoff, Wärmestoff u. s. w. sind die Teile gewesen, an welche angeknüpft wurde, wenn es sich um eine Verbesserung der Theorie handelte, und in der That hat dasselbe, wie wir ja schon sahen, da auch seine schwächste und als solche am meisten zu Tage tretende Seite. LAVOISIER macht nämlich von seinem Wärmestoff folgende sich widersprechende Angaben. Nachdem er vorher davon gesprochen, dass sich das Entstehen der gasförmigen Körper nur schwer erklären lasse ohne die Annahme eines „reellen materiellen“ Wärmestoffes, sagt er von dem Namen „Calorique“, den er diesem gegeben hat: „Unabhängig davon, dass dieser Ausdruck „Calorique“ gut in unser System hineinpasst, so bietet er noch einen anderen Vorteil, nämlich dadurch, dass er sich allen möglichen Meinungen anpasst, weil rigoros gesprochen, wir nicht einmal gezwungen sind, anzunehmen, dass das Calorique ein wirklicher Stoff sei, sondern, dass er die irgend wie geartete Ursache sei, welche die Molekeln der Stoffe auseinander treibt, man sich also die Thatsache in einer abstrakten mathematischen Weise vorstellen kann.“ Und über das Licht heisst es an der gleichen Stelle: „Das Licht ist eine Modifikation des Caloriques oder umgekehrt, darüber lässt sich bei dem heutigen Stand der Wissenschaft nichts sagen.“[1])

Wie LAVOISIER hier den Wärmestoff einmal als „reellen, materiellen“ Stoff und dann wieder nur als Ursache, welche die Körper auseinandertreibt, betrachtet, so stehen auch seine Äusserungen über die Entstehung der Gasarten mit Hilfe des Wärmestoffes im direkten Widerspruch. Da sagt er zuerst, dass man an jeder Gasart zu unterscheiden habe, das Calorique, welches so etwas wie die Rolle des Lösungsmittels spielt, und die Substanz, welche mit ihm verbunden ist und seine Base darstellt; und kurz darauf fährt er fort: „Das Calorique umgiebt nicht nur die Körper von allen Seiten, sondern es füllt auch die Zwischenräume aus, welche die Molekeln zwischen sich lassen.“[2])

Hieraus und aus anderen Stellen, die wir nicht besonders citieren wollen, ergiebt sich, dass LAVOISIER's Ansicht über den Wärmestoff noch durchaus schwankend und unsicher war,

---

[1]) Oeuvres T. I. p. 19.
[2]) a. a. O. p. 26.

und dass dieser von ihm so aufgefasst wurde, wie er ihn gerade für eine Erklärung nötig hatte.

Eben diese Unvollkommenheit in den französischen Lehren führte auch JEREM. BENJAM. RICHTER [1]) zuerst zu einer Ablehnung und dann zu einer Modifikation des Systems. In dem ersten Teile seiner „Neuere Gegenstände in der Chemie“ von 1791 sucht er noch das LAVOISIER'sche System zu widerlegen und für das Dasein eines Phlogistons einzutreten, das er jedoch nicht für identisch mit Wasserstoff hält. [2]) Aber schon 1793, in dem dritten Bande seiner „Neuere Gegenstände“ bekennt er sich in einer Abhandlung „Versuch einer Kritik des antiphlogistischen Systems“ als Anhänger dieses, behält aber trotzdem das Phlogiston als einen unwägbaren Stoff, mit Hilfe dessen er die Lichterscheinungen zu erklären sucht, bei.

Er sagt in dem Vorbericht hierzu: „Seit langer Zeit wartete ich auf eine Schrift, worinnen Herrn LAVOISIER's antiphlogistisches System als wirkliches System dargestellt würde, um alle Sätze im Zusammenhange prüfen zu können. Endlich erschien voriges Jahr dieses System von Herrn GIRTANNER dargestellt unter dem Titel „Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie“. [3]) In dieser Abhandlung spricht sich RICHTER vollständig für die neue Theorie aus und nimmt auch seine früheren Einwürfe, die er gemacht hatte, „weil er damals das System LAVOISIER's noch nicht so kannte als jetzt und notwendig irregeführt werden musste“, [4]) ausdrücklich zurück.

Um die Erscheinungen des Lichtes zu erklären, behält er, wie oben erwähnt, einen Brennstoff bei, der in den verbrennlichen Körpern enthalten ist, und bei der Verbrennung mit dem Wärmestoff des Sauerstoffgases je nach Verhältnis Wärme oder Licht erzeugt, während die Basis des Sauerstoffgases mit der Basis des verbrennlichen Körpers in Verbindung tritt. RICHTER glaubt diese Annahme machen zu müssen, da nicht erwiesen sei, dass Wärmestoff und Lichtstoff das Gleiche seien, und da ferner nach seiner Ansicht die chemischen

---

[1]) geb. 1762 Hirschberg, gest. 1807 Berlin.

[2]) J. B. RICHTER, Neuere Gegenstände (L. 253) 1791 T. I. p. 88 ff.

[3]) a. a. O. 1793 T. III. Vorbericht p. VI.

[4]) a. a. O. Vorbericht p. XV.

Operationen stets nach doppelter Verwandtschaft vor sich gehen müssten.[1] In dieser Fassung verteidigt RICHTER die neue Theorie gegen verschiedene Einwürfe, die ihr von Seiten ihrer Gegner gemacht worden sind; so erklärt er 1794 die Erscheinung, dass Metalle in Schwefel brennen könnten ohne Gegenwart von Lebensluft, die einzelne Phlogistiker als Beweis gegen die Anschauungen LAVOISIER's aufgeführt hatten, recht unglücklich dadurch, dass Schwefel stets Wasser enthielte, das bei höherer Temperatur zersetzt werde, und den nötigen Sauerstoff liefere[2]) und hält an dieser Behauptung fest, auch nachdem sie von anderer Seite angegriffen worden war.[3] Man sieht daraus, mit welcher Energie er sich dem neuen System angeschlossen hatte.

Der wichtigsten Entdeckung RICHTER's, seines Neutralisationsgesetzes, sowie seiner eigenartigen Nomenklatur haben wir schon oben Erwähnung gethan; während dieses Gesetz und die übrigen Arbeiten RICHTER's nur geringe Beachtung bei seinen Zeitgenossen fanden, wurde seine Verbesserung der antiphlogistischen Theorie von vielen angenommen und wurde lange Zeit noch neben der lauteren Lehre LAVOISIER's erwähnt. So wird in einem Briefe an TROMMSDORFF von 1795 gesagt: „Eigentlich herrschen ja jetzt nur zwei Systeme, das reine LAVOISIER'sche und das RICHTER'sche, und alle anderen sind als Modifikationen dieser beiden anzusehen,"[4] und von mehreren Chemikern werden wir noch sehen, dass sie sich ausdrücklich zu diesem bekennen.

Eine hervorragende Rolle in dem Streite der beiden Parteien, besonders nach 1790, spielt GREN, der bis zu dieser Zeit seine Lehre von der negativen Schwere des Phlogistons verteidigt hatte, diese aber dann, besonders auf Einwürfe von JOH. TOB. MAYER hin, aufgab, jedoch ohne sich sofort der antiphlogistischen Theorie zuzuwenden. Er hatte sich die Phänomene der Verbrennung und Verkalkung nicht genügend erklären können, da seinen Erfahrungen nach weder Luft noch

---

[1]) RICHTER, Neuere Gegenstände T. III. p. 74. u. 86.
[2]) CRELL, Annal. 1794 Bd. II. p. 291—310.
[3]) CRELL, Annal. 1795 Bd. II. p. 414—428.
[4]) TROMMSDORFF, Journ. d. Pharmac. 1795 Bd. III. p. 314.

Wasser die Gewichtsvermehrung bewirken könnten. Er fährt fort: „Ein gleiches gilt von Lavoisier's Oxygène, dessen Dasein ich noch nicht einmal auf die entfernteste Weise für erwiesen ansehen kann.“ [1])

In einem Briefe an Crell teilt er dann im gleichen Jahre mit, dass er aus dem Quecksilberkalk keine dephlogistisierte Luft habe erhalten können, und glaubt, dass hiermit die Hauptstütze des Lavoisier'schen Systems wegfalle und die Antiphlogistiker in Frankreich wohl ihre Theorie nicht lange werden halten können. [2]) Trotzdem bringt er sofort nach dem Erscheinen des „Traité élémentaire“ einen Auszug desselben in seinem Journal [3]) und räumt ausserdem in den von ihm herausgegebenen „Anfangsgründe der Naturlehre“ von Karsten, die ebenfalls 1790 erschienen, der antiphlogistischen Theorie Vorzüge vor der Stahl'schen ein, indem diese besser erkläre, warum ein Verbrennen nur in Lebensluft vor sich gehe, und warum diese dabei vollständig verzehrt werde. Auch finde die Übereinstimmung des Gewichtes der bei phlogistischen Prozessen auftretenden fixen Luft mit dem der verbrauchten Lebensluft nach dieser Theorie bessere Erklärung. [4])

Schon im nächsten Jahre ist ihm dann die Entbindung von Lebensluft aus dem Quecksilberkalk gelungen, aber auch jetzt gilt ihm die Theorie Lavoisier's noch nicht für absolut erwiesen; dies geschieht vielmehr erst, nachdem ihm von mehreren Seiten gemeldet wurde, dass wirklich bei der Verbrennung von Phosphor in Lebensluft diese vollständig verschwinde. Das Gelingen dieses Versuches, den er, wie wir gesehen haben, schon 1786 als ein experimentum crucis auszuführen wünschte, woran er aber durch den hohen Preis des Phosphors verhindert wurde, hat ihn ganz von der Wahrheit der neuen Theorie überzeugt, und nun trägt er kein Bedenken, sich ihr anzuschliessen. Dies spricht er in mehreren Briefen von 1793 aus, in denen er stets das Gelingen dieses Versuches besonders hervorhebt. An Trommsdorff schreibt er: „Sobald

[1]) Gren, Journal der Physik 1790 Bd. II. p. 200.

[2]) Crell, Annal. 1790 Bd. I. p 432.

[3]) Gren, Journal der Physik 1790 Bd. II. p. 296 ff.

[4]) Karsten, Anfangsgründe 2. Aufl. 1790 (L. 225) p. 660.

ich Ihren Brief las und darinnen die Bestätigung von dem gänzlichen Verschwinden der Lebensluft beim Verbrennen des Phosphors fand, so war auch mein Entschluss sofort gefasst, die Theorie der Antiphlogistiker anzunehmen, ohne jedoch den Brennstoff aufzugeben." [1]) Und in einem Briefe an WESTRUMB fährt er nach einer ähnlichen Einleitung wie oben fort: „Meinungen dürfen nur so lange verteidigt werden, als sie mit keiner Thatsache in Widerspruch stehen. Ich stehe also gar nicht an, mein ganzes bisheriges System aufzugeben und die Lehrsätze der Antiphlogistiker grösstenteils anzunehmen. Dem ungeachtet bin ich noch kein Antiphlogistiker, sondern ich betrete die Mittelstrasse nach dem Beispiele der Herren LEONHARDI und RICHTER." [2])

Schon im folgenden Jahre hat er dann sein „Systematisches Handbuch", [3]) vollständig nach der neuen Theorie umgearbeitet herausgegeben, und auch sein „Journal der Physik", das vorher die Interessen der Phlogistiker vertrat, erschien nun in etwas veränderter Gestalt als „Neues Journal der Physik". Das Verhalten GREN's bezeugt besonders deutlich, dass den Lehren LAVOISIER's, in keiner Weise eine prinzipielle Gegnerschaft entgegengebracht wurde. Er hat dieselben ruhig geprüft, und, nachdem ihm die Versuche die Unrichtigkeit der früheren Anschauungen erwiesen haben, trägt er kein Bedenken, dieselben vollständig aufzugeben und sich der Partei anzuschliessen, der er früher selbst entgegengestanden hatte.

Die Versuche, die für GREN überzeugend waren, waren von TROMMSDORFF und GOETTLING [4]) ausgeführt worden und gaben auch diesen beiden Veranlassung zur Aufgabe der Lehre von der negativen Schwere des Phlogistons, der sie bisher gehuldigt hatten. Für TROMMSDORFF war aber das Verlassen seiner früheren Ansichten noch nicht Grund genug, sich vollständig für eine andere der bestehenden Theorien zu entscheiden. Er sagt vielmehr: „Nun meine letzte Erklärung; ich bin weder

---

[1]) TROMMSDORFF, Journ. d. Pharmac. 1794 Bd. I. St. II. p. 217.

[2]) CRELL, Annal. 1793 Bd. II. p. 342.

[3]) GREN, Systematisches Handbuch der Chemie 2. Auflage 1794 (L. 330).

[4]) geb. 1755 Derenburg, gest. 1809 Jena.

Phlogistiker noch Antiphlogistiker; ich schätze und kenne beide Systeme, und lehre beide meinen Zuhörern kennen; ich halte aber keines mehr für pure Wahrheit. Ich glaube, dass es noch zu früh sei, ein System zu erbauen, glaube, dass noch viele hundert Versuche nötig sind, ehe dies möglich sein wird.“ [1]) Als Mängel an der antiphlogistischen Theorie hebt auch TROMMSDORFF die ungenügende Erklärung des Lichtes hervor; ausserdem hat dieses System noch Unwahrscheinlichkeit für ihn, weil es ihm nicht gelingen konnte, aus Metallkalken Lebensluft zu erhalten und weil er beim Durchleiten von Wasserdämpfen durch glühende Thonröhren das Auftreten von Stickstoff gewahrte; auch kann er in ihm keine Erklärungsweise für die Salpetererzeugung und für meteorologische Phänomene finden. [2]) Er glaubt also vorläufig am besten zu thun sich nicht an dem Streite der beiden Parteien zu beteiligen und in neutraler Stellung zu verharren. Am Schlusse der Abhandlung in CRELL's Annalen erklärt er noch öffentlich, dass er alle beleidigenden Ausdrücke, die er vielleicht im Übereifer gegen die Verfechter der neuen Theorie gebraucht hätte, zurücknehmen wolle, und versichert, dass es durchaus nicht seine Absicht gewesen sei, jemand zu beleidigen, der anderer Ansicht sei, wie er. [3])

Während TROMMSDORFF neutral zu bleiben beschliesst, hat GOETTLING sich der antiphlogistischen Theorie zugewandt, obwohl ihm an dieser auch wieder die Erklärung der Lichterscheinungen nicht zusagt. Da ihn aber auch die RICHTER'sche Fassung derselben nicht vollkommen befriedigt, weil hierbei Leuchten und Verbrennen einerlei Operation und nur von wechselnden Mengen Phlogiston und Wärmestoff abhängig seien, hat er eine eigene Theorie aufgestellt, die er 1794 in dem „Beitrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie, auf Versuche gegründet“, dargelegt.

Die von ihm gemachte Beobachtung, dass Phosphor in Stickluft leuchte, hat ihn die Annahme eines Lichtstoffes nötig erscheinen lassen, der besonders reichlich in der phlo-

[1]) TROMMSDORFF, Journ. d. Pharmac. 1794 Bd. I. St. II. p. 108.
[2]) a. a. O. p. 105—108.
[3]) CRELL, Annal. 1793 Bd. II. p. 341.

gistischen oder Stickluft mit Sauerstoff verbunden enthalten sei, und aus diesem Grunde führt er den Namen „Lichtstoffluft“ für dieses Gasgemenge ein.[1]) Sein Lichtstoff ist ferner ein Bestandteil der brennbaren Körper und der Metalle und durch seine Vereinigung mit dem Feuerstoff der „Feuerstoffluft“ (mit diesem Namen bezeichnet er eine Verbindung von Sauerstoff mit Feuerstoff, also Sauerstoffgas) tritt Entzündung ein, und zwar geht bei ihm, wie bei RICHTER, dieser Prozess durch doppelte Verwandtschaft vor sich.[2]) In allen übrigen Punkten stimmt GOETTLING mit den Antiphlogistikern überein, deren Anschauungen er einige Zeit voll gehuldigt zu haben scheint. In der Vorrede der von ihm 1794 neu bearbeiteten „CRAMER's Anfangsgründe der Probierkunst“ erwähnt er nämlich, dass er die Erklärungen nach den beiden Systemen gegeben habe, dass aber jetzt seine Meinung nicht mehr völlig damit übereinstimme; der erste Band sei aber schon gedruckt gewesen, als er seine jetzigen Anschauungen in seinem „Beitrag zur antiphlogistischen Chemie“ niedergelegt habe. Im allgemeinen legt er der Theorie in diesem Werke keinen besonderen Wert bei, wie z. B. aus dem beim „Wasser“ Gesagten erhellt: „Übrigens kann es dem Probierer ganz gleich sein, ob man das Wasser, wie es die Phlogistiker thun, als einen einfachen Stoff, als ein Element, betrachtet, oder ob es nach der antiphlogistischen Meinung aus den beiden Stoffen, aus dem Wasserstoff oder der Grundlage der inflammablen Luft und aus dem Sauerstoff oder der Grundlage der Lebensluft zusammengesetzt sei.“[3])

Für all' die Genannten war stets das vollständige Bekanntwerden mit der neuen Theorie oder das Gelingen eines ganz bestimmten Versuches massgebend für das Aufgeben ihrer früheren Ansichten. Sie erklären sofort nach dem Eintreten der für sie wesentlichen Thatsache, dass sie sich nun von der Unrichtigkeit ihrer bisherigen Anschauungen überzeugt hätten und treten dann öffentlich für die neue Theorie auf,

---

[1]) GÖTTLING, Beitrag z. Bericht d. antiphl. Chemie 1794 (L. 329 p. 126.

[2]) a. a. O. p. 115.

[3]) GÖTTLING, Anfangsgründe der Probierkunst 1794 (L. 328) p. 17.

oder legen wenigstens ihre neue Meinung dar. Neben diesen ist aber noch eine Reihe Chemiker so allmählich ihrem alten Glauben untreu geworden, und hat sich den neuen Lehren zugewandt, dass sich ein bestimmter Zeitpunkt, wann diese Wendung eingetreten sei, nicht feststellen lässt. Sie sprechen sich meist gleich nach Erscheinen der Gesamtdarstellung der Theorie LAVOISIER's über diese aus, finden vorläufig eine Entscheidung noch zu früh, und treten dann nicht mehr mit ihren Ansichten hervor, schliessen sich aber stillschweigend der nun zur Herrschaft gelangten neuen Theorie an. So sprechen sich ACHARD, SUCKOW [1]) und LINCK [2]) schon im Jahre 1790 über LAVOISIER's Lehre aus, halten sich aber vorläufig noch in der Mitte zwischen beiden Parteien und gehen später nicht mehr auf ihre theoretischen Anschauungen ein.

ACHARD bleibt vorerst trotz seiner Anerkennung der entgegengesetzten Meinung noch Anhänger der älteren Ansichten, wenn er schreibt: „Die antiphlogistische Theorie ist eine der sinnreichsten Theorien, deren Teile trefflich zusammenpassen. Indessen scheint mir doch die alte Lehre vom Phlogiston, ob sie gleich nicht so ganz sonnenklar erwiesen werden kann, die grössere Wahrscheinlichkeit auf ihrer Seite zu haben, mit welcher wir uns ja fast immer auf diesem Erdenballe begnügen müssen.“ [3])

Obwohl sich zur neuen Theorie bekennend, hält LINCK 1790 auch diese nicht für fähig, allgemeine Gültigkeit zu erlangen, sondern glaubt, dass „für den jetzigen Zustand der Chemie die antiphlogistische Hypothese gewiss die vorteilhafteste sei, so unbrauchbar sie auch zu STAHL's Zeiten gewesen wäre ...... Es sei eine vermessene Kühnheit, irgend eine Hypothese in der Chemie für völlig wahr zu erklären, da die Wissenschaft mit jedem Jahrzehnt so ausserordentlich sich ändere.“ [4]) Später, 1796, verteidigt er in einer eigenen Schrift [5])

---

[1]) geb. 1751 Jena, gest. 1813 Heidelberg.

[2]) geb. 1767 Hildesheim, gest. 1851 Berlin.

[3]) CRELL, Annal. 1790 Bd. II. p. 48.

[4]) a. a. O. p. 477.

[5]) Beobachtungen und Betrachtungen über den Wärmestoff v. Prof. LINCK, Rostock (L. 375) 1796.

die stoffliche Natur der Wärme und macht auch einige Einwendungen gegen die Anschauungen LAVOISIER's, die aber nur die Nomenklatur oder die Natur einiger Elemente, wie Schwefel und Stickstoff betreffen, deren Unzerlegbarkeit auch von anderer Seite angezweifelt worden war. Im allgemeinen kennzeichnet er sich aber als Anhänger der neuen Theorie.[1])

Für SUCKOW, der schon 1789 in seinen „Anfangsgründe der ökonomischen und technischen Chemie" auf die neue Theorie und Nomenklatur Rücksicht genommen hatte, [2]) scheint der Unterschied dieser von der älteren nicht unüberwindlich zu sein, wenn er in einer Abhandlung von 1790 sagt: „In Ansehung der Lehre von Phlogiston finde ich, aufrichtig zu reden, immer sehr viele Einseitigkeiten, sowohl in den Gründen für als wider dasselbe. Die Phlogistiker verachten LAVOISIER's Versuche zu sehr und die Antiphlogistiker vergelten mit gleichem Masse. Bei allen Gründen für das Dasein des Phlogistons scheint es mir doch nicht allein hinlänglich zu erklären, was bei dem Verkalken vorgeht und es wäre vielleicht besser, dem Phlogiston einen anderen Namen zu geben, damit nicht Wortstreit den Gang der Untersuchung aufhalte." [3])

Wie SUCKOW das damals schon wünschte, hat später, wie wir gesehen haben, GOETTLING dem Phlogiston einen anderen Namen gegeben, indem er einen hypothetischen „Lichtstoff" in den verbrennlichen Körpern und den Metallen annahm, der bei Verbrennung und Verkalkung, wie dies nach STAHL's Lehre mit dem Phlogiston der Fall war, entwich, wenn er auch sonst LAVOISIER's System annahm.

LAMPADIUS [4]) zeigt in seiner Schrift: „Kurze Darstellung der vorzüglichsten Theorien des Feuers" von 1793 eingehende Kenntnis mit den neueren Anschauungen und stellt sie ausführlich und vollkommen unparteiisch dar, betont aber doch auch Versuche von PRIESTLEY, WESTRUMB, WIEGLEB u. s. w., die sich gegen dieselben richten. So sagt er über WESTRUMB's

---

[1]) Götting. Gel.-Anz. 1796 St. 168 u. 169 p. 1683 ff.
[2]) CRELL, Annal. 1790 Bd. I. p. 368—371.
[3]) CRELL, Beiträge z. d. chem. Annal. 1790 Bd. IV. p. 437.
[4]) geb. 1772 Hehlen, gest. 1842 Freiberg.

Versuch, nach welchem aus Metallkalken Wasser entbunden wurde: „Man siehet leicht ein, dass dieser Versuch ein tötlicher Streich für das saure System ist.“[1]) In seinen Abhandlungen, die 1795 gesammelt erschienen, erwähnt er dann, „dass er seinen Vorlesungen das antiphlogistische System zu Grunde gelegt habe, da man doch den grössten Teil der chemischen Erscheinungen nach demselben zu erklären im stande sei, aber trotzdem mehr dem DE LUC'schen, das das Phlogiston noch beibehalte, den Vorzug gebe.“[2])

Als teilweiser Anhänger der neuen Lehre kennzeichnet sich auch LICHTENBERG, der diese in der oben schon erwähnten sechsten Auflage von „ERXLEBEN's Anfangsgründe der Naturlehre“ mit aufgenommen hat, obwohl sie ihm nicht in allen Punkten erwiesen scheint. Besonders hebt er hervor, dass man viel zu wenig Rücksicht auf die elektrische Materie genommen habe, von der doch erwiesen sei, dass sie wirklich chemische Verbindung und Trennung veranlassen könne. Aus dem gleichen Grunde hegt er auch Zweifel an dem Versuch der Wasserzersetzung von TROOSTWIJK und DEIMANN und glaubt, dass derselbe leicht ein gefährlicher Feind der Lehre werden könne, als deren entscheidendste Bestätigung er betrachtet werde.[3]) Im Übrigen sind LICHTENBERG's Zusätze im Sinne der LAVOISIER'schen Theorie gehalten.

Nach dem Jahre 1794, bis zu welcher Zeit sich, wie wir gesehen haben, die meisten bedeutenden Chemiker in irgend einer Form für die neue Theorie, jedenfalls aber gegen die STAHL'sche ausgesprochen hatten, werden viele Schriften direkt in antiphlogistischem Sinne abgefasst, ohne dass sich die Verfasser derselben vorher an dem Streite der beiden Parteien beteiligt hatten, sie beweisen aber auch, dass sie das phlogistische System noch genau kennen, andere wieder erwähnen trotz der Vorliebe für die LAVOISIER'schen Lehren noch STAHL's Ansichten neben diesen. So stellt OERTEL[4]) in seinem Lehr-

---

[1]) LAMPADIUS, Darst. d. vorzügl. Theorien des Feuers (L. 804) 1793 p. VI.

[2]) LAMPADIUS, Abhandlungen 1795 (L. 860) p. 189.

[3]) ERXLEBEN, Anfangsgründe Aufl. 6. 1794 (L. 885) Vorrede.

[4]) geb. 1766 Neustadt a. Aisch, gest. . . . lebte in Bayreuth.

programm die beiden Systeme noch vergleichend neben einander,[1]) Gruner [2]) giebt 1795 eine tabellarische Übersicht der Salze nach den beiden Theorien heraus und Langsdorf [3]) erwähnt in seiner „Physikalisch mathematische Abhandlung“ über Gegenstände der Wärme von 1796 noch die beiden Erklärungsweisen, aber alle treten für die Ansichten Lavoisier's ein, an denen sie meist nur die ungenügende Definition der Wärme und des Lichtes auszusetzen haben.

Dieselben Erscheinungen hält auch Alex. Nicol. Scherer (nicht zu verwechseln mit Joh. Andr.) in der neuen Lehre für nicht genügend berücksichtigt, tritt aber trotzdem 1795 in seinen „Grundzüge der neuen chemischen Theorie“ direkt zu dieser über. Im nächsten Jahre schon glaubt er dann eine Erklärung für Wärme und Licht gefunden zu haben, ohne einen hypothetischen Wärme- und Lichtstoff zu Hülfe nehmen zu müssen und zwar stützt er sich bei seiner Verwerfung dieser Imponderabilien ausdrücklich auf Lavoisier's Prinzipien, wenn er sagt: „Mein ganzes chemisches Glaubensbekenntnis enthalten folgende Worte: Nur das ist Gegenstand chemischer Untersuchung, was ponderabel ist. Denn nur von der Analyse und Synthese ponderabler Stoffe können wir befriedigende Rechenschaft erteilen, wie dies der unsterbliche Lavoisier gezeigt hat; alles übrige ist und bleibt nur blosses Spiel der Phantasie und gewährt einzig der leidigen Hypothesensucht noch volle Nahrung.“ [4])

Diese Auszüge zeigen also, dass sich bis 1792 Hermbstaedt, Wolf, Girtanner, Mayer, Klaproth, Hindenburg, Klügel, Joh. Andr. Scherer, Jacquin und bis zum Jahre 1795 Hildebrandt, Richter, Gren, Trommsdorff, Goettling, Lampadius, Linck, Lichtenberg, Oertel, Gruner, Langsdorf, Alex. Nicol. Scherer von deutschen Chemikern für das Lavoisier'sche System direkt ausgesprochen haben, und doch is tes gewiss nicht jedermanns Sache, ausdrücklich Farbe zu bekennen, be-

---

[1]) Örtel, De praestantia systematis antiphlogistici 1796. Recens. Erlanger Gel. Zeit 1796 Stück 100 p. 798.

[2]) geb. 1771 Halle, gest. 1849 Hannover.

[3]) geb. 1757 Nauheim, gest. 1834 Heidelberg.

[4]) Scherer, Nachträge z. d. Grundzüg. (L. 381) 1796 Vorber. p. 7.

sonders wenn damit ein früherer Irrtum eingestanden werden muss. Sicher ist denn auch die Zahl der Anhänger bei weitem höher zu schätzen, als die der Bekenner und wir dürfen ohne weiteres schliessen, dass bis zu dem genannten Jahre 1795 die deutschen Chemiker als zu den neuen Anschauungen übergetreten gelten können.

Dass wir in dieser unserer Auffassung nicht irre gehen dafür noch zwei zeitgenössische Belege: Alex. Nic. Scherer schreibt in seinen „Grundzüge der neuen chemischen Theorie", dass er dieselbe nicht „antiphlogistische" nennen wolle, „weil doch wohl hoffentlich die Zeit des Streitens vorüber ist, wozu das gehässige „Anti" noch immer aufzufordern scheint." [1])

Ein zweites, noch wichtigeres Beweismittel finden wir in einer Preisaufgabe, welche die kurf. Akademie der Wissenschaften in München im Jahre 1795 stellte. Dieselbe wird mit folgenden Worten eingeleitet: „Obwohl die Revolution in der Chemie vollendet zu sein und die sogenannte antiphlogistische Chemie gesiegt zu haben scheint, so will doch die churf. Akademie der Wissenschaften die Hauptsätze den Naturforschern noch einmal vorlegen." [2])

Dieses Dokument über die Aufnahme der Lavoisier'schen Anschauungen in Deutschland gewinnt noch an Bedeutung, wenn wir bedenken, dass damals Rumford [3]) in München lebte und auf die Akademie sicher von massgebendem Einfluss war. Rumford war aber bekanntlich ein Gegner der Ansicht von der stofflichen Natur der Wärme, stand also darin Lavoisier, der immerfort und nicht gerade geschickt, mit seinem Wärmestoff agierte, entschieden gegenüber. Wenn trotzdem von einer gelehrten Gesellschaft, die unter seinem, Rumford's, Einfluss

---

[1]) Scherer, Grundzüge 1795 (L. 364). Vorbericht p. XII.

[2]) Gren, Neues Journal d. Physik 1795 Bd. II. p. 113.

[3]) Nach Tyndall's Biographie Rumford's (Tyndall's, Fragmente 1892 (L. 451) p. 120) war dieser 1793 in Italien, wo er 16 Monate verblieb, kehrte dann nach München zurück und ging im Sept. 1795 nach England. Er hielt sich also jedenfalls zu der Zeit der Abfassung des Preisausschreibens, das sich in dem ersten Hefte von Gren's „Neues Journal" v. April-Juli 1795 befindet, in München auf, und kann somit sicher als mit für die darin ausgesprochenen Ansichten verantwortlich angesehen werden.

stand, der Sieg der neuen Theorie als vollendet bezeugt wird, so ist das in der That von hervorragender Bedeutsamkeit.

Wir haben also hier von zeitgenössischer Seite den Beleg dafür, dass man im Jahre 1795, d. h. also sechs Jahre nach dem Erscheinen des „Traité“ und drei Jahre nach dem Erscheinen des ersten Lehrbuches der neuen Theorie in deutscher Sprache, GIRTANNER's „Anfangsgründe“ von 1792, den Streit zu Gunsten der LAVOISIER'schen Theorie entschieden hielt. Diejenigen, die also nach jener Zeit noch für die ältere Hypothese in die Schranken treten, kennzeichnen sich als Ausnahmen, wie sie sich, — wir werden das weiter unten noch nachweisen, — überall finden. Die vollständige Unhaltbarkeit der LADENBURG'schen Phrase: „Besonders in Deutschland bedurfte es sehr lange Zeit, bis die LAVOISIER'schen Ansichten durchdrangen. Unsere Vorfahren stiessen die aus dem revolutionären Frankreich kommenden Ideen leider zurück, — sie bekämpften sie und erst spät lernten sie einsehen, was sie von sich gewiesen hatten,“ [1]) ist hiermit vollständig nachgewiesen.

Richten wir nunmehr unsere Aufmerksamkeit auf diejenigen Männer, die sich den neuen Ansichten nicht anschliessen konnten, sondern STAHL und seinem System im allgemeinen treu blieben!

Da ist zuerst der Bergkommissär JOH. FRIEDR. WESTRUMB in Hameln zu nennen, der von allen am heftigsten und hartnäckigsten gegen LAVOISIER auftritt. WESTRUMB stützt sich in diesem Kampfe stets auf Versuche, die ihm die Unzulänglichkeit der neuen Theorie darzuthun scheinen, und von denen, — wir kommen später noch darauf zurück, — die ersten vom ihm angestellten in der That durch die neue Theorie nicht richtig interpretiert werden konnten.

In seinen ersten Untersuchungen beschäftigte er sich nämlich mit dem Chlor [2]) und den in diesem entzündlichen und nicht entzündlichen Stoffen. Er hatte beobachtet, dass Stoffe, wie Arsenik, Spiessglanz, Schwefel u. s. w. in Chlor brannten, dass dagegen Kerzen und andere brennende Körper in diesem Gase verlöschten. Nun wurde nach LA-

---

[1]) LADENBURG, Entwickelungsgeschichte der Chemie (L 444) p. 15.
[2]) CRELL, Annal. 1790 Bd. I. p. 3—21; 109—129.

voisier das Chlor als hochoxydierte Salzsäure angesehen und dennoch vermochte es nicht bei allen Stoffen die Verbrennung zu unterhalten, während andere sich sogar von selbst darin entzündeten und nach Lavoisier Entzündung doch nur in Gegenwart von Sauerstoff vor sich gehen sollte. Hier war also in der That ein Widerspruch, der nach dem neuen System unlösbar war, und so wandte sich denn Westrumb den älteren Anschauungen wieder zu und nahm das Phlogiston wieder zu Hilfe, dessen Dasein ihm gerade diese Versuche ganz besonders zu beweisen schienen. Dies spricht er auch später noch einmal aus, wenn er an Crell in einem Briefe schreibt: „Wenn doch die Freunde des Phlogistons sich mehr um diesen Stoff bekümmern wollten! Es würde ihnen ausser wichtigen Thatsachen für die noch immer schwankende Lehre von der wahren Beschaffenheit der Luftarten, mehrere unwiderlegliche Beweise für das Dasein des Phlogistons gewähren.“ [1])

Im folgenden Jahre richtet er sich direkter gegen die neue Theorie in einigen Briefen an Gren. Er schreibt im November 1791: „Gesetzt, man hat auch einen glücklichen Gedanken, oder die auf diese neuen Ideen gegründeten Versuche geraten zur Ehre des alten Systems, so haben die Herren von der Analyse und Synthese des Wassers, der Gasarten, von der Carbure de fer und Carbure métallique et pur u. s. f., — sollts auch von jenem nur ein Tröpfchen, ein Bläschen, von diesen ein Stäubchen sein, — so manche Ausflucht in Bereitschaft, dass wirklich deutsche Kaltblütigkeit, deutsche Scheidekünstler-Geduld dazu gehört, sich nicht durch ihren Wortkram, — mehr ist's wirklich nicht, — betäuben, oder durch die Irrlichter ihres Systemes gar auf einen Abweg leiten zu lassen.“ [2]) Und in einem andern Briefe richtet er sich gegen die „Gasisten“, indem er Versuche, in denen einige Stoffe mit Kohle entfärbt wurden, als Beweise gegen die „Lehre des alles wirkenden Oxygens“ anführt. [3])

Am überzeugendsten gegen die neue Theorie sprechen für

[1]) Crell, Annal. 1790 Bd. II. p. 46.
[2]) Gren, Journal der Physik 1792 Bd. V. p. 45.
[3]) Crell, Annal. 1791 Bd. II. p. 57.

Westrumb neben den schon genannten Versuchen über das Chlor die über die Wiederherstellung des Quecksilberkalkes. Er hat stets bei der Reduktion desselben keinen Sauerstoff, sondern Wasser erhalten und auf dieses Resultat seine Theorie, nach welcher alle Metallkalke Wasser enthielten, gegründet. Er spricht sich mehrmals bei Erwähnung dieser Versuche in heftiger Weise gegen seine Gegner aus. So sagt er 1792: „Am 17. Junius habe ich den Versuch mit 500 Gran Mercurius per se calcinatus abermals wiederholt und keine Luft erhalten. Ich hoffe, dies soll, so wie der 1. Aug. 1774 [1]) der Geburtstag der antiphlogistischen Chemie war, ihr Todestag sein.“ [2])

Auch die Übersetzung des „Traité élémentaire“ von Hermbstaedt hat er einer genauen Kritik unterzogen und darin die einzelnen Teile desselben durchaus ablehnend behandelt. Er klagt in dieser Abhandlung: „O der Eile, mit der deutsche Männer des Auslandes Kunstwerke als unverbesserlich annehmen, nachahmen und darob vergessen, die zwar gothischen aber dauerhaften Werke ihrer Ahnen zu studieren! Der gute Stahl hatte zwar kein unermessliches Laboratorium, schrieb nicht zierlich, nicht empfindelnd, behandelte ernsthafte Wissenschaften ernsthaft: aber er schrieb dafür männlich, kräftig, und sagte mit wenig Worten viel, jetzt giebts oft mit viel Worten wenig.“ [3])

Dieser schroffe Ton verliert sich bald aus den Arbeiten Westrumb's, jedoch kann er sich nicht überwinden, die neuen Lehren anzunehmen. Seine späteren Schriften sind ausschliesslich technischen Inhalts, und was in ihnen Theoretisches enthalten ist, gehört meist keinem der beiden Systeme direkt an, häufig führt er die Erklärungsweisen nach mehreren Meinungen auf, ohne sich für eine derselben auszusprechen. In der Vorrede zu seinem „Handbuch der Apothekerkunst“ von 1804 beantwortet er einige Recensionen, die über dasselbe gemacht worden sind. Er sagt: „Eben dieser Recensent und

---

[1]) Entdeckung des Sauerstoffs durch Priestley.
[2]) Gren, Journal der Physik 1792 Bd. VI. p. 212.
[3]) Crell. Annal. 1792 Bd. I. p. 8.

noch ein zweiter sind, verleitet durch die einzelnen Lehren der Antiphlogistik, die ich an wenigen Stellen einzuschalten nötig fand, an mir irre geworden und halten mich für einen Proselyten der neuen Lehre. Ich bin dies keineswegs, bekenne im Gegenteil, dass ich der grösste Zweifler an allem sei, was Theorie und Hypothese heisst. Ich glaube nichts von allem dem, was ich nicht mit meinen Sinnen begreifen, nicht durch Versuche sinnlich darstellen, nicht durch Erfahrungen erhärten kann." [1])

Westrumb ist also zwar kein Anhänger der antiphlogistischen Theorie geworden, aber er ist auch nicht Verteidiger des Phlogistons geblieben, denn er nimmt dieses Prinzip bei seinen Erklärungen nicht mehr an, und, obwohl er Stahl's Anschauungen stets mit anführt, weicht er doch im allgemeinen wesentlich von ihnen ab.

Diese eigentümliche und ausnahmsweise Stellung, — denn dass dies der Fall ist, werden wir gleich beim Besprechen seiner Mitkämpfer sehen, — die Westrumb einnimmt, lässt sich, — wir haben das bereits angedeutet, — wohl erklären und daher auch entschuldigen. Wie wir sahen, hat Westrumb seine ersten prüfenden Versuche über die Zulänglichkeit der neuen Theorie an dem Chlor und dem Verbrennen der verschiedenen Stoffe in demselben vorgenommen. Die Lavoisier'sche Annahme, dass Chlor oxydierte Salzsäure sei, ist aber, wie wir wissen, unrichtig. Westrumb war somit, wir dürfen gewiss sagen unglücklicherweise, gleich bei seinen ersten Arbeiten auf einen Punkt des neuen Systemes gestossen, der in der That Falsches voraussetzte. Die von Westrumb thatsächlich beobachteten Vorgänge liessen sich aus dem neuen System nicht erklären, und welche Einwände man ihm auch machte, er blieb stets im Recht; da ist es denn gewiss nicht zu verwundern, dass er sich auch gegen alle andern Teile der neuen Lehre misstrauisch verhielt.

Nun scheint er zudem kein sehr glücklicher Experimentator gewesen zu sein, denn Versuche, die sonst allgemein gelungen waren, wollten ihm immer und immer wieder

---

[1]) Westrumb, Handbuch der Apothekerkunst 1804 (L. 425) Bd. I. p. X.

nicht glücken. Allerdings ist es eine bemerkenswerte Erscheinung, dass die von LAVOISIER angegebenen Versuche oft erst nach mehrfachem, ja vielfachem Wiederaufnehmen den Wiederholenden gelingen wollten und sicher ist nicht immer Mangel an Geschick der Grund davon gewesen, auch nicht in allen Fällen ungenügende Mittel, wenn auch solche, wie sie LAVOISIER zu Gebote standen, nirgends sonst aufgewendet werden konnten. Der Grund dieses Misslingens liegt vielmehr in einer, wenn wir uns milde ausdrücken, — Unart LAVOISIER's, der sich gestattete, die Resultate verschiedener Experimente so zu beschreiben, als wenn sie in einem einzigen ausgeführt worden seien. Er giebt diese „Eigenheit“ in seinem „Traité élémentaire“ [1]) ausdrücklich zu. Verliess man sich nun auf die Angaben, wie das doch sonst der Fall ist, und wollte in gleicher Weise vorgehen, so missglückten die Wiederholungen und mussten missglücken, da sie in der Art gar nicht ausgeführt werden konnten. Hätte LAVOISIER kurz und der Wahrheit gemäss geschrieben, erst wurde das gemacht und beobachtet und dann jenes, aus beidem zusammen schliesse ich, dass der Vorgang derartig verläuft, so würde er zweifellos sich manchen Einwurf erspart und noch schnellere allgemeine Anerkennung gefunden haben. Die Gegner werden aber durch diesen Mangel an Wahrheitsliebe des genialen Forschers entlastet.

Weniger heftig in der Art und Weise seines Auftretens, darum aber nicht weniger hartnäckig in seinen Zweifeln ist CHRISTIAN WIEGLEB.

Bei WIEGLEB sind es wohl die hohen Jahre, — er ist mehr als zehn Jahre älter wie LAVOISIER, war also zur Zeit des Erscheinens des Traités fast sechzig Jahre alt, — die ihn daran hinderten, sein chemisches Glaubensbekenntnis vollständig umzumodeln. Er hatte mit grosser Energie gegen die Ausschreitungen der Alchemie angekämpft, hatte seine Anschauungen nach den ersten Entdeckungen der Pneumatiker modifiziert und als „Geläutertes STAHL'sches System“, das wir oben schon eingehend besprochen haben, herausgegeben. Nun noch eine

---

[1]) Oeuvres T. I. p. 37.

ganze Wendung zu machen, dazu fühlt er sich nicht im stande, aber er kommt dennoch durch allerhand kleine Schwenkungen, die er im Laufe der Zeit machen muss und die er übrigens auch in ganz loyaler Weise zugesteht, der neuen Stellung sehr nahe, ohne dies jedoch nun zugeben zu wollen.

In seiner Abhandlung[1]) von 1791 richtet er sich gegen das System der Franzosen, dessen Sätze er im einzelnen durchgeht und bespricht. Wiegleb hebt hierbei besonders hervor, dass Lavoisier, der das Phlogiston verwerfe, weil es nicht dargestellt werden könne, die von ihm angenommene Grundlage des Sauerstoffes ebenfalls nicht aus seinen Verbindungen abzusondern vermöge, und demgemäss scheint ihm auch die Lebensluft ihrem Wesen nach noch nicht erkannt zu sein.[2]) Die zusammengesetzte Natur des Wassers gilt ihm ebenfalls nicht für deutlich dargethan, indem er, wie dies auch von anderen angenommen wurde, das bei der Verbrennung von Wasserstoff auftretende Wasser für ein Edukt aus den Gasen und die beim Ablöschen von Eisen in Wasser sich entwickelnde brennbare Luft für einen Bestandteil der Metalle hält.[3])

Trotz seiner Ablehnung der neuen Theorie schliesst Wiegleb seine Abhandlung: „Dem allen ohngeachtet, muss man dennoch dem Schöpfer dieses Systemes die Gerechtigkeit widerfahren lassen, dass er sein Werk mit dem grössten Scharfsinn, Genauigkeit, Mühe und Aufwendung solcher Kosten, als vielleicht niemand ausser ihm daran gesetzt haben würde, vollführt hat. Man muss ihm die ungemein grossen Beobachtungen verdanken, die er in solcher Absicht angestellt hat, von welchen allen wir vielleicht jetzt noch nichts wissen würden, wenn dessen fruchtbares Genie nicht dazu Gelegenheit gegeben hätte. Ja wir würden vielleicht noch gar den alten eingeschränkten Stahl'schen Begriff als das höchste Ziel anerkennen und also keinen Schritt weiter vorwärts gerückt sein.“[4])

Man sieht, in wie hohem Masse Wiegleb die Verdienste des Gegners anerkennt; keine Spur von schroffer Abweisung,

---

[1]) Crell, Annal. 1791 Bd. II. p. 387—469.

[2]) a. a. O. p. 425.

[3]) a. a. O. p. 400 u. 462.

[4]) a. a. O. p. 467.

im Gegenteil, vindiziert er ihm direkt das Verdienst, dass hauptsächlich durch seine Arbeiten die Läuterung des STAHL'schen Systemes möglich geworden sei.

Im Jahre 1795 hat WIEGLEB einige Punkte der neuen Lehre durch Versuche bestätigt gefunden und nähert sich nun dieser etwas mehr in seinen Ansichten. So hat er sich davon überzeugt, dass der Quecksilberkalk wirklich beim Glühen Lebensluft giebt und dass das sogenannte Oxygen als ein besonderes Wesen den Metallen bei der Verkalkung beitritt, er glaubt aber „mit RICHTER, dass deswegen der Verlust eines anderen dabei entweichenden Wesens nicht verleugnet werden kann". [1])

Weiter nähert er sich der Ansicht LAVOISIER's, indem er in dem Schwefel und Phosphor nicht mehr, wie früher, die entsprechende Säure, sondern ein Substrat dieser, das mit Lebensluft erst zur wirklichen Säure wird, voraussetzt. Der Schwefel z. B. besteht nach ihm aus Schwefelsäurestoff mit Wärme- und Lichtstoff verbunden und ebenso sind die Metalle aus spezifischer Metallerde und Lichtstoff zusammengesetzt. [2])

WIEGLEB ist sich wohl bewusst, dass er mit diesen Auffassungen der antiphlogistischen Theorie Zugeständnisse gemacht hat, wenn er sagt: „Durch die wenigen Äusserungen habe ich Ihnen nur meine Geneigtheit, von manchen Sätzen des älteren Systemes nach erhaltener Überzeugung abzugehen, und den Ungrund zu erkennen geben wollen, dass man den Phlogistikern vorsätzliche Hartnäckigkeit oft zum Vorwurf gemacht hat. Überzeugende Beweisgründe werden stets Platz finden und haben sie auch bei mir gefunden." [3])

Einige Teile der neuen Lehre können aber unmöglich seine Zustimmung finden, so die Annahme des Kohlenstoffes, „den er sich nach dem Begriff der Antiphlogistiker durchaus nicht vorstellen kann," [4]) und die Ansicht von der zusammengesetzten Natur des Wassers, gegen die ihm 1796 ausgeführte Versuche noch besonders zu sprechen schienen.

---

[1]) CRELL, Annal. 1795 Bd. II. p. 516.

[2]) a. a. O. p. 517.

[3]) a. gl. O.

[4]) a. a. O. p. 516.

Er hatte ebenso wie Priestley, Achard, Westrumb, beim Überleiten von Wasserdämpfen über glühende Thonröhren Stickstoff erhalten und glaubte nun diesen letzteren sowohl als alle anderen Gase als Verbindungen von Wasserdampf, den er Wasserstoff nennt, mit Brennstoff, Wärmestoff oder Lichtstoff auffassen zu müssen. Nach der Beschreibung seiner Versuche fährt er fort: „Also ist sowohl die behauptete hypothetische Zerlegung und Zusammensetzung des Wassers ganz unrichtig beurteilt worden, die gegenseitige Erklärung aber, welche auf die erwiesene Unzersetzbarkeit des Wassers gegründet ist, ganz naturgemäss. Die letzten Beobachtungen Lavoisier's, in so weit sie die Bestandteile des Wassers beweisen sollen, gehören demnach gar nicht unter die wichtigsten Entdeckungen unseres Jahrhunderts, wie Herr Hofr. Girtanner angegeben hat, sondern sie bestehen eigentlich nur aus den glänzendsten Täuschungen unserer Zeit, wodurch man die Bestandteile des Wassers hat beweisen wollen.“ [1])

In einer Abhandlung [2]) von 1799 endlich, in der er die Einwände der holländischen Chemiker gegen seine Versuche zu widerlegen sucht, sagt er: „Wenn das Wasser aus zwei Grundstoffen, der Lebensluft und brennbaren Luft, nach Abscheidung des Wärmestoffes derselben bestehen soll, so müsste das Wasser durch Wiederersetzen des Wärmestoffes, bei seiner Verwandlung in Luft, auch wieder eine Luft von gleicher Art liefern; aber dies erfolgt nicht.“ [3])

Wiegleb ist also bis zu seinem Lebensende (er starb 1800) Gegner der neuen Theorie geblieben, aber trotzdem hat er sich genötigt gesehen, im Laufe der Zeit Teile derselben anzunehmen, und hat seine früheren Anschauungen so abgeändert, dass sie mehr Ähnlichkeit mit der Lehre Lavoisier's zeigten als mit der Stahl's. Auch hier gründen sich wieder die hauptsächlichsten Einwürfe auf direkte Fehler und Widersprüche der Theorie Lavoisier's, nämlich auf die undarstellbaren Grundlagen der Gasarten, auf den ungenügend definierten Kohlenstoff und den durchaus hypothetischen Wärmestoff.

---

[1]) Crell, Annal. 1796 Bd. II. p. 489.

[2]) Crell, Annal. 1799 Bd. I. p. 45—64; 138—144; 214—219.

[3]) a. a. O. 218.

Jünger wie WIEGLEB und gleichalterig mit LAVOISIER ist CRELL, der ebenfalls zu den Unbekehrten gehört, aber auch dieser gesteht trotz seiner Anhängerschaft an die alten Lehren doch auch den neuen Berechtigung zu.

Er bringt 1793 in seinen Annalen eine Übersicht der beiden Theorien,[1]) um eine Vergleichung derselben zu erleichtern, da sie nach seiner Meinung ganz gut sich mit einander verbinden liessen. So könne man sehr wohl die Zusammengesetztheit des Wassers von der eigentlichen Antiphlogistik trennen, auch liesse sich als säuernder Bestandteil aller Säuren die Lebensluft annehmen, ohne dass man gleichzeitig die Existenz des Phlogistons zu leugnen brauche u. s. f. Da nach ihm beide Systeme nur Hypothesen sind, so müsse man sich mit der grösseren Wahrscheinlichkeit begnügen, die ihm in der STAHLschen Theorie zu liegen scheine.[2])

Trotzdem er also die Möglichkeit eines Hand in Hand Gehens einzelner Teile der neuen Lehre mit den phlogistischen Anschauungen ausdrücklich konstatiert, lehnt er für seine eigene Person dennoch die Lehre von der zusammengesetzten Natur des Wassers und die Ansicht LAVOISIER's über die Bestandteile der Säuren ab.

Dem letzteren Teile widmet er 1795 eine eigene Arbeit „Über Säure und Sauerstoff," in der er die Lebensluft nicht als Bestandteil aller Säuren anerkennt und z. B. vom Phosphor, sagt: „Der Phosphor kann

1. eine verhüllte Säure sein, er kann
2. durch Trennung von einem anderen Stoffe Säure werden,
3. er kann durch eine brennbare Materie verhüllt sein;
4. Die Unmöglichkeit dieser drei Sätze lässt sich durch keine unmittelbaren Versuche darthun.
5. Diese Erklärung ist den beobachteten Erscheinungen und darauf gegründeten Berechnungen nicht entgegen." [3])

1799 tritt er zum letzten Male für das Phlogiston ein; [4]) er führt hier wiederum alle Versuche an, die ihm als beweisend

[1]) CRELL, Annal. 1793 Bd. II. p. 346—352; 406—423.
[2]) a. a. O. p. 418.
[3]) CRELL, Annal. 1795 Bd. I. p. 238.
[4]) CRELL, Annal. 1799 Bd. I. p. 161—177; 229—237; 305—315.

gegen die Wahrheit der neuen Theorie galten und spricht sich gegen die Ansichten LAVOISIER's von der Natur des Wassers, der Metalle, des Schwefels und Phosphors direkt aus, indem er zur Erklärung der verschiedenen Erscheinungen die phlogistischen Anschauungen beibehält. Zum Schlusse hebt CRELL nochmals hervor, dass er beide Systeme nur als Hypothesen betrachte und ihm das ältere als das vorzüglichere erscheine, das neue aber sei verwerflich, weil es mit verschiedenen Thatsachen sich nicht vereinbaren lasse. Auch er sagt im Sinne WIEGLEB's, man könne die gleichen „Ungereimtheiten", die den Phlogistikern über ihr Phlogiston vorgeworfen worden sind, den Anhängern LAVOISIER's für ihren Sauerstoff nachweisen.[1] .

CRELL hat nach dieser Arbeit die Verteidigung der alten Theorie aufgegeben, hat aber niemals eine Entscheidung zu Gunsten der neuen getroffen.

Als letzter von denjenigen der deutschen Chemiker, welche sich nie für eine Annahme der Theorie LAVOISIER's entschliessen konnten, ist noch JOH. FRIEDR. GMELIN[2] zu nennen.

Dieser tritt 1795, also erst, nachdem die antiphlogistische Theorie bereits die herrschende in Deutschland war, in einer Arbeit „Winke an seine Zeitgenossen, den Streit vom Brennstoff betreffend"[3] gegen dieselbe auf und sucht hierin die verschiedenen Widersprüche und Unwahrscheinlichkeiten, die das neue System für ihn in sich schloss, aufzudecken und zu beweisen.

Aber deswegen ist er doch durchaus kein direkter Gegner der antiphlogistischen Lehre und spricht sogar von ihrem Gründer in folgender überaus anerkennender Weise: „LAVOISIER, den nach meiner Überzeugung sowohl, was die Vortrefflichkeit der Werkzeuge und Gerätschaften, als, was die glückliche Erfindung mancher Versuche, die Beharrlichkeit in der Verfolgung derselben, den Scharfsinn in den Folgerungen aus

---

[1]) CRELL, Annal. 1799, Bd. I. p. 314.

[2]) geb. 1748 Tübingen, gest. 1804 Göttingen.

[3]) CRELL, Annal. 1795 Bd. I. p. 287—302, 391—409, 479—499.

denselben und die darauf gegründeten Berechnungen belangt, keiner unserer Scheidekünstler übertrifft....." [1])

GMELIN ist überzeugter Anhänger von der Notwendigkeit wechselseitiger Zersetzung für das Zustandekommen von Verbindungen, deshalb will ihm LAVOISIER's Lehre von der Metallverkalkung, bei welcher das Metall nur aufnehmen soll, nichts aber abgeben, nicht einleuchten. Er schreibt hierüber: „Wendet man nun dieses Gesetz (von der wechselseitigen Zersetzung) auf das Verkalken der Metalle an, und setzt man voraus, dass das Metall aus dem Medium, worin es verkalkt wird, einen luftartigen Stoff einsaugt, was überlässt es dem Stoffe dagegen? Nach der alten Meinung seinen Brennstoff, nach der neuen..... nichts." [2])

Als weiteren Grund seines Ablehnens giebt er an, dass nach LAVOISIER's Behauptung der einzige Träger des Wärmestoffes bei der Verbrennung die Lebensluft sei, während nach seiner Ansicht auch der andere Teil Wärmestoff liefern müsste, um ein Zustandekommen dieser Erscheinung zu ermöglichen.

Mit noch grösserer Ausführlichkeit als in dieser Abhandlung bringt GMELIN seine Gründe gegen die Anschauungen LAVOISIER's in einer Vorlesung vom 22. März 1797 [3]) vor, die sich in seinem „Journal der Naturwissenschaften" abgedruckt findet. Hier handelt er die Lehren von der Metallverkalkung, der Zersetzbarkeit des Wassers und der Verbrennung einzeln ab und belegt seine Behauptungen mit Versuchen verschiedener Chemiker.

Wohl scheint es ihm nicht zweifelhaft, dass Metalle durch Aufnahme von Lebensluft verkalkt würden, aber ob dies die einzige Ursache der Verkalkung sei, ob nicht vielleicht Wasser, Kohlensäure oder Stickstoff sich ebenfalls mit dem Metall verbinden könnten, sei ihm nicht erwiesen, erscheine aber möglich, da man aus Eisen und Mennige Kohlensäure, aus ver-

---

[1]) CRELL, Annal. 1795 Bd. I p. 297.

[2]) a. a. O. p. 294.

[3]) Göttingisches Journal der Naturwissenschaften 1798 (L. 385) Bd. I p. 10—86.

schiedenen Metallkalken Wasser, und nach LAVOISIER's eigener Aussage [1]) aus Quecksilberoxyd fast stets etwas Stickstoff erhalte. [2])

Die Möglichkeit der Zersetzung des Wassers in Wasserstoff nnd Sauerstoff durch glühendes Eisen oder glühende Kohle stellt er ebenfalls in Abrede, denn in dem einen Falle erscheine der Sauerstoffgehalt des entstehenden Eisenmohres zweifelhaft, weil sich dieses nicht ohne Zusatz reduzieren lasse, und in dem anderen Falle sei das Auftreten von Kohlensäure, deren Zusammensetzung aus Kohlenstoff und Lebensluft noch nicht einwurfsfrei dargethan sei, kein Beweis dafür, dass die Kohle wirklich das Wasser zerlegt habe. [3])

Bei alleu Versuchen, aus denen man auf die Zusammengesetztheit des Wassers geschlossen hatte, habe man nach seiner Ansicht die verschiedenen Umstände nicht genügend berücksichtigt. Er sagt: „Es ist wohl bewiesen, dass die Zusammensetzung des Wassers nicht bei jeder Temperatur erfolgt, erfolgt sie aber bei jeder erhöhten Temperatur? Ist dazu, wie man beinahe aus den bisher vorhandenen Erfahrungen schliessen möchte, leuchtende Entbindung des Wärmestoffes durchaus nötig? Ist der elektrische Stoff dabei immer in Thätigkeit?" [4])

Auf den elektrischen Stoff werde nach seiner Ansicht viel zu wenig Rücksicht genommen, und es sei dies ebenso fehlerhaft, als wenn ein Zeitgenosse von ihm die Gewichtszunahme der Metalle bei der Verkalkung aus dem Feuer erklären wolle, ohne die Mitwirkung der Luft hierbei zu beachten. [5])

Bei der Verbrennung endlich ist ihm ausser der oben schon erwähnten Abstammung des Wärmestoffes aus der Lebensluft noch die Möglichkeit einer vollständigen Übereinstimmung der Gewichtsverhältnisse zweifelhaft. „In keinem der mir bekannten Versuche dieser Art," wirft er ein, „ist das Gewicht des Wassers, welches nach dem Verbrennen sich zeigt,

---

[1]) Oeuvres T. I. p. 363.

[2]) Göttingisches Journal Bd. I. p. 14.

[3]) a. a. O. p. 30—33.

[4]) a. a. O. p. 37.

[5]) a. a. O. p. 39—40.

dem Gewichte beider luftähnlichen Stoffe vor dem Verbrennen genau gleich." [1])

Dies sind die wesentlichsten Bedenken, die GMELIN gegen die antiphlogistische Theorie hervorhebt, um seinen Zeitgenossen die Notwendigkeit einer schärferen Untersuchung vor einer gänzlichen Annahme der neuen Meinung recht deutlich vor Augen zu führen. In eingehender und sachlicher Weise hat er die einzelnen Teile der neuen Theorie geprüft, und seine Einwürfe betreffen ausschliesslich Stellen derselben, die wirkliche Fehler enthielten, oder die nach der Bekanntgabe verschiedener sich vollständig widersprechender Versuche fraglich erscheinen mussten. Wenn GMELIN auch die Anschauungen LAVOISIER's ablehnt, so beabsichtigt er doch keineswegs die Phlogistontheorie zu verteidigen, wie das sehr deutlich aus der oben citierten Stelle, „als wenn ein Zeitgenosse die Gewichtszunahme der Metalle bei der Verkalkung aus dem Feuer erklären wollte, ohne dabei die Mitwirkung der Luft zu beachten" hervorgeht, und auch er selbst bekennt dies mit den Worten: „Der ich weder auf STAHL's noch irgend eines anderen Sterblichen Worte und Meinungen geschworen habe, sondern bloss die Wahrheit suche." [2])

Die antiphlogistische Theorie hatte also, wie wir gesehen haben, nur noch ganz wenige Gegner, und auch diese halten nicht mehr streng an dem STAHL'schen System fest, sondern suchen sich ihre Ansichten auf Grund von Versuchen unabhängig von jeder Theorie zu bilden. Einige andere, die nicht auf Versuche, sondern auf blosse Spekulation hin die absurdesten Ideen vertreten, finden sich natürlich auch hier, wie sie sich überall und zu allen Zeiten zeigen.

Hierher gehört JOH. HEINR. VOIGT, der 1793 [3]) eine neue Theorie der Feuers etc. aufgestellt hat, in der er die Einfachheit des Wassers beibehielt und die Licht- und Wärmeerscheinungen durch einen männlichen und weiblichen

---

[1]) Göttingisches Journal 1798 Bd. I. p. 74.

[2]) CRELL, Annal. 1795 Bd. I. p. 291.

[3]) J. H. VOIGT, Versuch einer neuen Theorie des Feuers, der Verbrennung, der künstlichen Luftarten, des Atmens, der Gährung, der Elektricität, der Meteoren, des Lichtes und Magnetismus 1793 (L. 819).

Brennstoff zu erklären suchte. Aber gleichzeitig giebt er zu dass sich alle Erscheinungen nach der antiphlogistischen Theorie eben so gut erklären liessen, dass diese aber unwahrscheinlicher sei, da man mit einem Wärmestoff die doppelte Verwandtschaft nicht erklären könne. [1])

Hierher gehören ferner die verschiedenen chemischen Werke [2]) des bayrischen Hausarchivars v. ECKARTSHAUSEN, der die Lichtmaterie abgesondert zu haben glaubte und nun mit Hilfe dieser alle Erscheinungen zu erklären suchte; und in die gleiche Kategorie können wir auch WINTERL's „Prolusiones ad Chemiam Saeculi decimi noni" (1800) rechnen. Während allerdings die oben genannten Schriften wenig beachtet und von den Recensenten nur ironisch behandelt wurden, haben WINTERL's Ideen sogar einen OERSTED verleitet, auf ihren Grundlagen ein Buch „Materialien zu einer Chemie des 19. Jahrhunderts" (1803) zu schreiben, und seine „Prolusiones" werden in verschiedenen Schriften erwähnt, allerdings auch meist in ablehnender Weise.

WINTERL's Theorie beruhte auf durchaus falschen Versuchen und war zudem in unklarer und unverständlicher Weise dargestellt; es ist daher nicht zu verwundern, dass sie nach kurzer Zeit wieder in Vergessenheit geriet. Aus diesem Grunde halten wir auch ein weiteres Eingehen auf dieselbe hier nicht für nötig, und glauben uns mit Anführung eines zeitgenössischen Urteils hierüber genügen lassen zu können.

TROMMSDORFF schreibt nämlich über WINTERL's Buch in seiner „Allgemeine Bibliothek des 19. Jahrhunderts": „Herr WINTERL wird wenige für seine Meinung gewinnen, denn ausser dem oft nicht sehr verständlichen Ausdrucke hat er die nicht zu empfehlende Gewohnheit, zuerst seine Meinung, so abweichend sie auch sein mag, in seiner Kunstsprache vorzutragen, und dann erst lässt er einige Versuche, ohne Mass und Gewicht anzugeben, folgen." [3]) Ausserdem spricht TROMMSDORFF

---

[1]) VOIGT, Versuch e. n. Theorie des Feuers, p. 103 ff.

[2]) ECKARTSHAUSEN, Entwurf einer ganz neuen Chemie 1800 (L. 409) und: „Versuch das phlogistische System mit dem antiphlogistischen zu verbinden" 1800 (L. 409).

[3]) TROMMSDORFF, Allgemeine Bibliothek 1802 (L. 419) Bd. II. p. 72.

noch den Versuchen Genauigkeit ab, tadelt die Verworrenheit des Vortrages und die Anwendung einer neuen unklaren Kunstsprache. Am Schlusse fasst er nochmals die Hauptpunkte des Buches zusammen mit den Worten: „Darstellung einer neuen Substanz „Andronia“ (wir werden noch mit einer Thelyke bedroht) und Beweis des Daseins eines Sauerstoffes (im eigentlichen Sinne des Wortes, gleichsam ein acidum commune), Basenstoffes und Ätzstoffes sind die Gegenstände, welche den Herrn Winterl beschäftigen. Schade nur, dass ich nirgends etwas finde, was Beweiskraft habe.“ [1])

Ueber denselben Winterl schreibt Scheele am 22. März 1782 an Bergmann: [2]) „Ich bin überzeugt, dass jedweder, der die Einwürfe des Herrn Winterl mit Vernunft lesen will, auch seine Fehler entdecken wird . . . Es verdriesst mich dieses wenig; es wird aber doch kaum der Mühe lohnen, die schöne Zeit damit zu vernutzen, um seine unverantwortliche Denkungsart der vernünftigen Welt vor die Augen zu legen. Seine Angabe, die Bleierde in Schwerspatherde zu verwandeln, scheint mir nicht von grossem Werte zu sein.“

Wenn sich also auch, wie wir gesehen haben, bis über die Wende des Jahrhunderts hinaus noch Gegner der Theorie Lavoisier's in Deutschland zeigen, so ist deren Zahl doch im Vergleich zu der ihrer Anhänger verschwindend klein und sie können, wie wir das oben erwähnt, mit Fug und Recht als Ausnahmen betrachtet werden; die Richtigkeit unserer Behauptung, dass 1795 die Ansichten Lavoisier's die herrschenden in Deutschland waren, wird durch diese wenigen Ausnahmen nur bestätigt.

Werfen wir nun zum Schluss noch einen schnellen Blick auf die Aufnahme, welche die Lavoisier'schen Lehren nach dem Jahre 1789 in den verschiedenen anderen Ländern gefunden haben, um zu zeigen, dass auch hier dieselbe ganz in der gleichen Weise vor sich ging, wie in Deutschland.

Derjenige Gelehrte, dem wir unsere Aufmerksamkeit zunächst zuwenden wellen, ist der berühmte Meteorologe de Luc, der als geborener französischer Schweizer und Vorleser der englischen

---

[1]) Trommsdorff, Bibliothek 1802 Bd. II. p. 80.

[2]) Nordenskiöld, Scheele p. 345.

Königin zu Windsor, gleichzeitig Nominalprofessor an der Universität Göttingen, einen gewissen internationalen Charakter zeigt.

DE LUC tritt um 1790 mit seinen Ansichten hervor und zwar richtet er sich gegen LAVOISIER. Besonders die neue Nomenklatur, deren harte Ablehnung durch ihm wir schon oben besprochen haben, veranlasst seine Angriffe gegen die neue Theorie, die er in mehreren Briefen an DE LA MÉTHERIE [1]) und FOURCROY [2]) ausspricht.

Seine Einwürfe aber betreffen grossenteils nur die Lehre von der zusammengesetzten Natur des Wassers, an die er anfangs geglaubt hatte, da gerade ihm von verschiedenen Seiten, so von WATT und LAPLACE, die ersten Meldungen über die diesbezüglichen Versuche zugegangen waren. Die späteren Zweifel gegen diese Ansicht, die PRIESTLEY aussprach, haben auch ihn wieder von seiner früheren Meinung abgebracht, zu der er, wie wir sehen werden, niemals wieder zurückkehrte. Die Thatsache, dass das Wasser aus inflammabler und Lebensluft zusammengesetzt sei, können ihm alle Versuche nicht beweisen, da es ihm nach dieser Voraussetzung unmöglich ist, meteorologische Phänomene zu erklären. Er sagt: „Was ist der Wert von Hypothesen über die Ursache der Hervorbringung von einigen Unzen Wasser bei unseren Arbeiten, wenn sie nicht die Ursache des Regens erklären? Was sind die Hypothesen über die Bestandteile der Luftarten, wenn sie keine Erklärung geben, weder von den Modifikationen der Wärme in der Atmosphäre, noch von dem Donner, noch von dem unendlich verschiedenen Einflusse der atmosphärischen Luft auf irdische Körper?“ [3])

Und in ähnlicher Weise schreibt er auch an FOURCROY: „Sobald man sich ernstlich mit der Meteorologie beschäftigen wird, so wird die Hypothese von der Zusammensetzung und Zersetzung des Wassers und folglich die von einem sauermachenden und wassermachenden Prinzip verlassen werden,

---

[1]) Observ. s. l. Phys. 1790 T. 36 p. 144—154, 193—207, 276—290, 368—379. Übersetzt in GREN, Journal der Physik 1790 Bd. II. p. 252—268, 402—429, 1791 Bd. III. p. 132—159, 287—317.

[2]) Observ. s. l. Phys. 1791 T. 38 p. 460—465 T. 39 p. 11—26. Übersetzt in GREN, Journal der Physik 1793 Bd. VII. p. 134—148.

[3]) GREN, Journal der Physik Bd. II. 1790 p. 268.

und so wird dann die sogenannte moderne Chemie ein Ende nehmen." [1])

Die anderen Punkte der antiphlogistischen Theorie, wie die Verbrennung, die Metallverkalkung, die Natur der Säuren u. s. w. bespricht DE LUC nicht in seinen Abhandlungen; nur die Ansichten LAVOISIER's über die Wärme und die Zusammensetzung der Atmosphäre werden noch erwähnt und auch hier wieder ihre Anwendung in der Meteorologie berücksichtigt.

Noch im Jahre 1803 hat DE LUC ein Werk „Introduction à la Physique terrestre par les fluides expansibles" etc. herausgegeben, in dem er seine früheren Einwürfe gegen die antiphlogistische Theorie wiederholt und dieser vorwirft: „Man wägt genau, aber nur das Handgreifliche, und man untersucht nicht, ob diese Genauigkeit auch im Übergang von den Thatsachen zu den Hypothesen herrsche." [2])

Wir müssen also DE LUC unter diejenigen rechnen, die an den Versuchen LAVOISIER's keine Zweifel hegten, die aber seine Theorie niemals vollständig anerkannt haben, weil sie bestimmte Erscheinungen sich nicht aus derselben zu erklären vermochten.

In Frankreich hatte sich, wie wir gesehen haben, der Streit zu Gunsten der Neuerer schon vor 1789 entschieden; der bei weitem grösseste Teil der Chemiker hatte sich auf die Partei LAVOISIER's geschlagen und nur einzelne sind noch Anhänger des Phlogistons geblieben. Nur diese letzteren können uns hier interessieren.

Unter diesen sind die Bedeutendsten DE LA MÉTHERIE, SAGE, BAUMÉ, LA MARCK und MONNET, von denen die ersten drei noch 1798 von FOURCROY und BERTHOLLET ausdrücklich als Anhänger der alten Lehre genannt werden; [3]) und in der That sind es alle drei geblieben, trotzdem sie sämtlich in Paris lebend, LAVOISIER's persönlichem Einfluss ausgesetzt waren und im Verkehr mit ihm standen.

---

[1]) GREN, Journal der Physik 1793 Bd. VII. p. 135.

[2]) PFAFF u. FRIEDLÄNDER, Neueste Entdeckungen (L. 424) Bd. III. 1803 p. 5.

[3]) P. A. ADET, Réflexions sur la doctrine du Phlogistique et la Décomposition de l'eau par JOSEPH PRIESTLEY 1798 (L. 390) Anh. p. 190.

De la Métherie haben wir schon oft genug früher als hervorragenden Gegner Lavoisier's nennen müssen. Auch nach dem Erscheinen der Gesamtlehre im „Traité“ kann er sich nicht entschliessen, das neue System anzunehmen und legt seinen Arbeiten stets noch phlogistische Anschauungen zu Grunde, ohne sich jedoch später noch viel auf theoretische Auseinandersetzungen einzulassen.

Das Gleiche gilt von Baumé, der ebenfalls als eine Unbekehrter starb; aktiv hat er sich seit dem Jahre 1789 (Baumé ist 1728 geboren) nicht mehr an dem Streite beteiligt.

Von allen der Ausdauerndste war Sage, der, wie Liebig's Vorgänger in München, H. A. Vogel, der von 1802—1816 in Paris lebte, erzählte,[1]) noch im Jahre 1802 im amphitheatralischen Saale der Münze in Paris Vorlesungen im Sinne der phlogistichen Theorie hielt, die dann von den jungen Studenten als Naturwunder angestaunt und gehört wurden. Seine wissenschaftliche Thätigkeit gab Sage, 68jährig, im Jahre 1808 auf.

Während die Genannten mehr in dem passiven Widerstand verharrten, tritt Monnet[2]) in einer Abhandlung von 1789 in erregtem Tone gegen alle Neuerer auf, zu denen er auch Bergmann und Scheele, diese wenigstens als Vorläufer, rechnet.[3]) Er wirft den Pneumatikern vor, dass sie die Thatsachen für ihre Theorie zurecht machten und nicht die Theorie für die Thatsachen,[4]) und ausserdem wolle man, wie dies seit Bergmann's Zeiten in der Chemie eingerissen sei, die Exaktheit der Analyse mit Hilfe mathematischer Berechnungen nachweisen, während die Analysen meist mit den Berechnungen nicht übereinstimmten. Er hält die ganze Theorie nicht nur für falsch, sondern geradezu für lächerlich.[5])

Auch Monnet scheint selbst später nicht von seiner Gegnerschaft gegen die neuen Lehren abgegangen zu sein,

---

[1]) A. Vogel, Denkrede auf Heinr. Aug. Vogel 1868 (L. 439) p. 15.

[2]) geb. 1734 Champeix, gest. 1817 Paris.

[3]) De Monnet, Dissertation et expériences relatives aux principes de la Chimie pneumatique 1789 (L. 188) p. 158.

[4]) a. a. O. p. 197.

[5]) a. a. O. p. 174.

wenigstens hat er 1798 noch ein Buch unter dem Titel „Démonstration de la fausseté des principes des nouveaux chimistes“ veröffentlicht, über dessen Inhalt wir aber nicht Auskunft geben können, da es uns unmöglich war, dasselbe zu erhalten, doch spricht der Titel allein schon laut genug.

Im Jahre 1796 und 1797 erschienen noch zwei Schriften,[1] in denen die neue Lehre verworfen wird. Sie sind von dem auch als Botaniker und ganz besonders als Zoologen berühmten, geistvollen Akademiker LA MARCK[2] verfasst und haben zum Zweck, die „Théorie pneumatique“ durch eine „Théorie pyrotique“ zu ersetzen. Der Verfasser ist überzeugt, dass die pneumatische Lehre in keiner Weise begründet sei, dass sie nicht die wahrscheinliche Erklärung beobachteter Thatsachen, sondern die Frucht einer sehr lebhaften Einbildung der Gelehrten, die sie errichtet hätten, sei.

Er wendet sich dann in sehr wegwerfender Weise gegen die einzelnen Teile der neuen Lehre, die er nach FOURCROY's „Philosophie chimique“ bespricht, greift die Existenz der angenommenen Elemente an, und bezweifelt die Richtigkeit aller Thatsachen und Erklärungen, die LAVOISIER in seiner Theorie vorbringt.

Die von ihm vertretene Anschauung stützt sich auf eine Feuermaterie, die in verschiedenen Zuständen bestehen könne und die Hauptursache aller Veränderungen der Stoffe sei. Ausserdem nimmt er nur fünf Elemente, Erde, Wasser, Luft, Feuer und Licht an, die sich in verschiedenen Verhältnissen zu „molécules essentielles“ kombinieren könnten, und durch deren Vereinigung in verschiedenen Proportionen dann die Naturkörper entstünden. LA MARCK vertritt also noch vollständig aristotelische Anschauungen und glaubt denselben mehr Zutrauen schenken zu sollen, als den Ansichten LAVOISIER's.

Von dem gleichen Verfasser erschien 1799 noch eine Abhandlung „Mémoire sur la matière du feu“[3] etc., in der er

[1]) LA MARCK, Réfutation de la Théorie pneumatique 1796 (L. 376) und Mémoires de Physique et d'histoire naturelle 1797 (L. 887).

[2]) geb. 1744 Bazentin, gest. 1829 Paris.

[3]) Observ. s. l. Phys. 1799 T. 48 p. 345—361.

besonders nachzuweisen sucht, dass das Feuer nicht als ein „mechanisches Instrument" bei chemischen Operationen wirke sondern einen wirklichen Bestandteil der Körper bilde,[1]) und in der die oben schon angeführten Ansichten nochmals vorgebracht werden.

Wir können also, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, auch für Frankreich die Thatsache konstatieren, dass gerade so wie in Deutschland einige, im allgemeinen ältere, Chemiker sich nicht entschliessen können, den neuen Lehren beizutreten, während aber dieselben in Deutschland, mit einziger Ausnahme etwa von CRELL, nicht als Phlogistiker mehr angesehen werden dürfen, bleiben im Gegenteil die Franzosen, mit Ausnahme von LA MARCK durchaus Anhänger STAHL's.

Von den englischen Forschern, zu deren Betrachtung wir uns nun wenden wollen, spricht sich schon 1789 BEDDOES in dem oben erwähnten Briefe, in dem er die Behauptung DOLFUSS' berichtigt, für die neue Theorie aus. Er fährt nämlich an der gleichen Stelle fort: „Jetzt aber bin ich zu seinen (LAVOISIER's) Lehrsätzen, die täglich mehr Freunde finden, übergetreten und ziehe sie der STAHL'schen Hypothese vor." [2])

In demselben Jahre erschien auch schon eine Schrift von HIGGINS [3]) „A comparativ view of the phlogistic and antiphlogistic theories," in der sich der Verfasser durchaus für die letztere der beiden Lehren ausspricht. Über dieses Buch befindet sich in den „Monthley reviews" und hieraus übersetzt in „GREN's Journal" eine Recension,[4]) deren Verfasser die einzelnen Sätze desselben im Sinne der phlogistischen Theorie zu widerlegen sucht; es ist dies ein Beweis dafür, dass auch in England damals noch Streit zwischen den beiden Parteien herrschte.

1790 wurde auch schon ein Lehrbuch der Chemie „First principles of chemistry" von W. NICHOLSON [5]) herausgegeben,

---

[1]) Observ s. l. Phys. 1799 T. 48 p. 346.

[2]) CRELL, Annal. 1789 Bd. I. p. 32.

[3]) geb. — unbekannt —

[4]) Monthley review 1789 p. 197, GREN, Journal der Physik 1790 Bd. I. p. 348—354.

[5]) geb. 1753 London, gest. 1815 London.

das in antiphlogistischem Sinne geschrieben ist; wenigstens wird dies von GMELIN in seiner „Geschichte der Chemie"[1]) behauptet. Das Buch selbst, oder dessen deutsche Übersetzung, die 1791 von SPOHR in Riga herausgegeben wurde, konnten wir uns nicht verschaffen. Dass NICHOLSON aber jedenfalls schon bald Anhänger der neuen Theorie wurde, erhellt auch daraus, dass er die in diesem Sinne geschriebenen „Anfangsgründe der Chemie" von CHAPTAL, bei deren deutscher Übersetzung, wie wir gesehen haben, auch HERMBSTAEDT Gelegenheit nahm, seine Anhängerschaft zu LAVOISIER zu bekunden, ins Englische übersetzte.

BLACK, der in den vorhergehenden Jahren sich nicht über seine Ansichten ausgesprochen hatte, entscheidet sich ebenfalls bald zur Annahme der antiphlogistischen Theorie. Er teilt dies im Jahre 1791 in einem Briefe an LAVOISIER mit und spricht sich äusserst anerkennend über das neue System aus, gesteht aber gleichzeitig ein, dass es auch bei ihm mehrere Jahre Überlegung bedurft habe, ehe er sich zu einer Aufgabe seiner früheren Ansichten habe entschliessen können. Er sagt: „War ich doch 30 Jahre lang gewohnt, die phlogistische Theorie zu glauben und zu lehren, so wie man sie vor der Entdeckung Ihres Systems kannte. Lange Zeit habe ich mich weit abgestossen gefühlt von dem neuen System, welches das als Unmöglichkeit hinstellte, was ich als heilige Lehre angesehen hatte. Dennoch hat dieses Abgestossenwerden, das nur aus der Macht der Gewohnheit sich herschrieb, langsam abgenommen und wurde von der Klarheit Ihrer Auseinandersetzungen und der Festigkeit Ihres Planes besiegt."[2]) Wenn BLACK also hier sich durchaus zu Gunsten der neuen Lehre ausspricht, so sind doch, wie er dies im gleichen Briefe beifügt, auch für ihn noch dunkle und zweifelhafte Punkte in derselben enthalten, immerhin gilt ihm die neue Theorie für besser gefestigt als die alte.

Die Art, wie sich BLACK der LAVOISIER'schen Theorie zugeneigt hat, erinnert lebhaft an RICHTER; auch er wartet ab,

---

[1]) GMELIN, Geschichte 1799 (L 386) Bd. III. p. 287.

[2]) FOURCROY, Eléments de Chimie Aufl. 5 1798 T. I. p. XII.

bis die ganze Lehre im Zusammenhang dargestellt ist, und dann erst entscheidet er sich zu Gunsten derselben.

Im gleichen Jahre wie BLACK hat auch der vorher so eifrige Verteidiger des Phlogistons, KIRWAN, seine älteren Anschauungen aufgegeben, nachdem er noch 1790 versichert hatte, dass ihn die Antwort der Antiphlogistiker auf sein „Essay on Phlogiston" nicht von seiner früheren Meinung abzubringen vermocht hätte.[1]) In dem Briefe an CRELL, in dem er sich 1791 für die antiphlogistische Theorie ausspricht, giebt er als Grund für seinen Übertritt an, dass er durch keine Erfahrung habe darthun können, dass die fixe Luft aus Phlogiston und dephlogistisierter Luft bestünde, auch könne die Annahme, dass Phlogiston in Metallen, Schwefel- und Salpeterluft enthalten sei, nicht erwiesen werden.[2]) Aus diesen Gründen habe ihm seine eigene Streitschrift nicht mehr genug Wahrscheinlichkeit und desshalb habe er seine frühere Meinung aufgegeben und die neue Lehre angenommen.[3])

Aber trotzdem findet er, wie er dies in einer Arbeit, die sich in einem späteren Teile von „CRELL's Annalen[4]) befindet, auseinandersetzt, die Bestreitung der antiphlogistischen Theorie nicht ganz unberechtigt, da in dieser oft nur aus wenigen Versuchen eine ganze Reihe von Ansichten abgeleitet werden, die sich in weiteren Fällen nicht bestätigten, und da Stoffe, die sich bei unparteiischer Prüfung als Edukte erwiesen, von den Antiphlogistikern als Produkte angesehen würden, nur um die Thatsachen mit ihrer Hypothese in Einklang zu bringen. Es scheint demnach, dass KIRWAN nach seinem Übertritt noch einmal schwankend geworden ist.

Dem Beispiele von BEDDOES, NICHOLSON, HIGGINS, BLACK und KIRWAN folgend, ist dann die Mehrzahl der englischen Forscher früher oder später in das Lager der Anhänger LAVOISIER's übergetreten.

---

[1]) CRELL, Annal. 1790 Bd. I. p. 335.
[2]) CRELL, Annal. 1791 Bd. I. p. 425.
[3]) a. a. O. Bd. II. p. 349.
[4]) a. a. O. Bd. II. p. 3–13, 103–117.

Dieser Übertritt in das Lager der Antiphlogistiker ist aber doch bei den englischen Forschern anders geartet gewesen als auf dem Kontinent. Man hat sich mehr Reserve auferlegt, und hat sich nicht mit, wir möchten sagen, solchem Enthusiasmus zur Gefolgschaft LAVOISIER's bekannt wie anderwärts. Dafür scheint uns ein deutliches Beispiel HUMPHRY DAVY in seiner berühmten BAKER-Vorlesung vor der Royal Society von 1807, [1]) in welcher er über die Entdeckung des Kaliums und Natriums berichtet; dieselbe schliesst er mit folgenden Worten:

„Zwar habe ich bei Erklärung der Resultate der hier detaillierten Versuche durchgehends die antiphlogistische Hypothese angenommen; doch hat daran das Gefühl der Schönheit und Präcision derselben mehr Teil, als die Überzeugung an ihrer unveränderlichen Dauer und ihrer Wahrheit. Durch die Entdeckungen, welche man über die Wirkungen der Gasarten gemacht hat, ist STAHL's Hypothese gestürzt worden. Sehr leicht könnte eine genauere Kenntnis der ätherischen Substanzen und ihrer Wirkungen der scharfsinnigen und um vieles verfeinerten Theorie LAVOISIER's ein ähnliches Schicksal bereiten. Bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse scheint diese Theorie allerdings die beste unter allen Annäherungen zu einer vollkommen chemischen Logik zu sein.“ [2])

Wenn aber DAVY auch die LAVOISIER'sche Theorie als die zur Zeit beste anerkennt, so liegt doch in der Thatsache, dass er ausdrücklich hervorhebt, er habe die „antiphlogistische Hypothese“ zur Erklärung der Resultate seiner Versuche „angenommen“, eine „Reserve“, wie wir oben sagten, die sich noch 1807 in kaum einem anderen Lande, als gerade in England, finden dürfte.

Eine eigentümliche Stellung unter den englischen Chemikern nimmt HOPSON [3]) ein, der WIEGLEB's „Chemie“ im Jahre 1790 also nach dem Erscheinen des „Traité“ ins Englische übersetzte, demnach ist er also ein Anhänger der alten Lehre;

---

[1]) Phil. Trans. 1808 p. 1.
[2]) Übersetzung aus „Klassiker der exakten Wissenschaften“, Nr. 45. Leipzig 1893.
[3]) geb. ? gest. 1796 London.

aber dass er auch LAVOISIER gut kennt, geht daraus hervor, dass er an CRELL schreibt, er habe in WIEGLEB's „Chemie" so viel von LAVOISIER's Lehrsätzen aufgenommen, als sich mit der Lehre vom Phlogiston vertrage,[1]) somit gilt ihm die neue Theorie nur da, wo sie mit den phlogistischen Anschauungen nicht im Widerspruch steht.

In einem andern Briefe von 1790 berichtet er über Versuche von AUSTIN über die schwere brennbare Luft und sagt hier über die Erklärung derselben: „Übrigens zweifle ich nicht, dass Herr LAVOISIER mit seinen Freunden diese und andere Thatsachen, welche er vorträgt, nach dem antiphlogistischen System leicht wird erklären können, ob Herr AUSTIN gleich sie als Beweise für Herrn KIRWAN's Meinung aufgeführt hat." [2])

Die hier erwähnten Versuche werden auch von AUSTIN [3]) selbst beschrieben und in folgender Weise theoretisch erläutert: „Die schwere brennbare Luft und die Kohle besteht aus denselben Elementen in verschiedenen Verhältnissen; man kann die Kohle als eine Verbindung von phlogistischer und schwerer brennbarer Luft betrachten, diese letztere ist aus leichter, entzündlicher und phlogistischer Luft zusammengesetzt." [4])

AUSTIN giebt sich hiernach als Anhänger des Phlogistons zu erkennen, nimmt aber trotzdem, wie er ausdrücklich beifügt, die Ansicht von der Zusammengesetztheit des Wassers an, da er sich nicht anders die von den Pflanzen entbundene Lebensluft erklären kann.[5])

Wir haben oben schon erwähnt, dass sich PRIESTLEY niemals von seinem Glauben an das Phlogiston abbringen liess und dass er sich in dem letzten Jahrzehnt des 18. Jahrhunderts ganz besonders durch seine Verteidigung desselben auszeichnete. Der Teil der antiphlogistischen Lehre von der zusammengesetzten Natur des Wassers, den er schon

---

[1]) CRELL, Beiträge z. d. ch. Annal. 1790 Bd. IV. p 441.
[2]) CRELL, Annal. 1790 Bd. II. p. 420.
[3]) geb. — unbekannt —
[4]) CRELL, Annal. 1791 Bd. I. p. 418 u. 419
[5]) CRELL, Annal. 1791 Bd. I. p. 419.

früher verworfen hatte, bildet für ihn auch jetzt noch den Hauptangriffspunkt gegen dieselbe. Die Versuche über die Bildung des Wassers hat er oftmals wiederholt und stets einen Gehalt an Säure gefunden, der ihm die Behauptung LAVOISIER's unrichtig erscheinen liess.[1]) Auch der Versuch der holländischen Chemiker über die Wasserzersetzung gilt ihm nicht als beweisend, da die blosse Hitze dieselbe Wirkung hervorbrächte und die beiden Luftarten auch beim blossen Stehen wieder Wasser bildeten.[2])

Über den gleichen Gegenstand hat PRIESTLEY 1796 noch eine eigene Arbeit „Experiments and observations relating to the generation of air from water“ verfasst, und sie den noch lebenden Beantwortern von KIRWAN's „Essay on Phlogiston“ übersandt. Er sagt, er wolle in dieser Abhandlung nochmals, obwohl die Partei der Phlogistiker nur noch wenige Anhänger aufzuweisen habe, die Aufmerksamkeit der Chemiker auf seine Anschauungen lenken, da er sich des Gedankens nicht erwehren könne, dass doch einige wichtige Bemerkungen seiner Schriften unbeachtet geblieben seien. Er fasst hier alle Einwürfe zusammen, die er in seinen früheren Arbeiten gegen die neue Theorie gemacht hat und beschreibt auch die Wiederholungen seiner Versuche, die ihm die Unrichtigkeit derselben darzuthun scheinen, neues Material aber bringt er nicht bei. Die Arbeit wurde von ADET ins Französische übersetzt und ausführlich beantwortet, aber auch diese Entgegnung hinderte PRIESTLEY nicht, wiederum eine Verteidigungsschrift des Phlogistons im Jahre 1800 zu verfassen und hier noch ausführlicher seine früheren Bedenken gegen die antiphlogistische Lehre vorzutragen.

Er sagt in der Einleitung, dass er in diesem Werke von neuem alles bekannt mache, was er in seinen vormaligen Aufsätzen von Wichtigkeit halte, und er lege es dem Publikum als eine Demonstration der Lehre vom Phlogiston und eine völlige Widerlegung der Zusammensetzung des Wassers vor.

CRELL, der die Arbeit in seinen Annalen übersetzte, er-

---

[1]) CRELL, Annal. 1790 Bd. I. p. 201—206.

[2]) a. a. O. Bd. II. p. 235.

wähnt in der Einleitung hiezu, „dass dieselbe als letzte Unterredung PRIESTLEY's mit dem Publikum, gleichsam als sein letzter Wille aufzufassen sei.“ [1]) Es war dies auch wirklich eine der letzten grösseren Abhandlungen, die PRIESTLEY über chemische Gegenstände veröffentlichte; in kleineren Arbeiten hat er bis kurz vor seinem Tode das Phlogiston noch weiter verteidigt.

In dem Berichte über ADET's oben erwähnte Übersetzung der Schrift PRIESTLEY's an die französische Akademie, der von FOURCROY und BERTHOLLET verfasst worden war, wird neben PRIESTLEY und einigen seiner Freunde auch dessen Schüler KEIR [2]) in Birmingham als eifriger Anhänger des Phlogistons genannt. [3]) Das war im Jahr 1798.

KEIR hatte sich zwar niemals aktiv an dem Streite der beiden Parteien beteiligt, aber doch giebt er in einigen Abhandlungen und besonders in seinem 1789 herausgegebenen „Dictionary of Chemistry“ seine Abneigung gegen die Lehre LAVOISIER's und besonders gegen die von der Zersetzbarkeit des Wassers zu erkennen. Auch ihm gilt als Hauptargument gegen diesen Teil der neuen Theorie, dass bei der Bildung des Wassers auch gleichzeitig Säure erzeugt werde, und dass man in allen Luftarten Wasser als Bestandteil gefunden habe. „Es bleibt also“, sagt er, keine Begründung für die Hypothese, dass das Wasser aus den beiden Luftarten gebildet sei.“ [4])

Ein weiterer Punkt der antiphlogistischen Theorie, den KEIR in seinem Wörterbuche angegriffen hatte, nämlich die Einfachheit des Stickstoffes, wurde von BERTHOLLET gegen die Einwürfe KEIR's verteidigt, in derselben Abhandlung aber auch, trotz seiner Gegnerschaft gegen die Ansichten des englischen Forschers dessen „Dictionary“ als „ein durch seine Methode und Klarheit nützliches Werk“ [5]) empfohlen.

---

[1]) CRELL. Annal. 1801 Bd. I. p. 143.

[2]) geb. — unbekannt —

[3]) ADET, Réflexions sur la doctrine du Phlogistique 1798 (L. 390) p. 190.

[4]) Observ. s. l. Phys. 1789 T. 34 p. 149.

[5]) Ann. de Chim. 1791 T. X p. 131—147.

In seinen weiteren Arbeiten spricht sich KEIR nicht mehr über den Gegensatz seiner Anschauungen zur neuen Theorie aus, doch scheint er dem obigen Berichte zufolge, der von 1798 stammt, den älteren Lehren treu geblieben zu sein.

Ein weiterer hartnäckiger Gegner der antiphlogistischen Theorie ist PEART, der sich schon 1788 und 1789 in scharfer Weise gegen dieselbe gerichtet hatte, und schliesslich noch 1795 seine früheren Angriffe in einem grösseren Werke [1]) wiederholt. Seine Einwürfe, die er in gereiztem Tone vorbringt, betreffen besonders die Lehre von der Metallverkalkung, bei der es ihm widersinnig erscheint, dass einmal der Wärmestoff den Lebensluftstoff aus dem Quecksilberkalk, das andere Mal das Quecksilber den Lebensluftstoff aus seiner Verbindung mit Wärmestoff anziehen soll.

Aber auch mit der STAHL'schen Theorie erklärt er sich nicht einverstanden, und ist selbst mit PRIESTLEY, so sehr er ihn schätzt, nicht zufrieden, da dieser nicht an die Zusammengesetztheit des Wassers glaubt. [2])

PEART hat also, wie hieraus ersichtlich, gegen die Theorie LAVOISIER's Stellung genommen, ihren wichtigsten Teil jedoch trotzdem anerkannt.

Schliesslich wollen wir noch eine Schrift von Mrs. FULHAME erwähnen, in der die Verfasserin Beweisgründe gegen die Theorie LAVOISIER's vorzubringen glaubt. Sie hatte bei einer Reihe von Versuchen die Beobachtung gemacht, dass sich Metallsalze nur bei Gegenwart von Wasser reduzieren liessen, und wurde hierdurch zu der Annahme geführt, dass bei jeder Reduktion eine Wasserzersetzung vor sich ginge und der erzeugte Wasserstoff dem Metallkalk seinen Sauerstoff entzöge, um wieder Wasser zu bilden.

Trotz ihres Glaubens, etwas gegen die Theorie LAVOISIER's vorgebracht zu haben, hat doch die Verfasserin im Gegenteil zu Gunsten dieser geschrieben, wie das auch RITTER ganz deutlich bemerkt hat, wenn er in seiner Recension über das genannte Werk in „SCHERER's Journal“ schreibt: „Diese Theorie ist weit

---

[1]) The antiphlogistic doctrine critically examinated etc. (L. 362).

[2]) CRELL, Annal. 1796 Bd. II. p. 658—660.

entfernt, den Grundsätzen der neuen Chemie entgegen zu sein, sondern verspricht vielmehr ihrer Anwendung Berechtigung.“ [1])

Aus dem Mitgeteilten geht also hervor, dass in England ebenfalls erst mehrere Jahre nach dem Erscheinen des „Traité élémentaire“ die antiphlogistische Theorie die allgemein herrschende wurde, und auch hier hat dieselbe bis anfangs unseres Jahrhunderts einige Gegner behalten, die ihren älteren Anschauungen nicht zu entsagen vermochten. Wir wollen jedoch ausdrücklich bemerken, dass wir in diesem Falle nicht Anspruch auf Vollständigkeit in unserer Darstellung erheben können; eine solche wäre nur zu erreichen gewesen, wenn uns die Bibliothek des British Museum zur Verfügung gestanden hätte, die aber leider keine Bücher aus dem Hause giebt. Ausserdem sind englische Bücher, wie uns mehrfache Anfragen belehrten, in Deutschland verhältnismässig selten zu finden, auch die Göttinger Bibliothek, bei welcher wir noch am ehesten englische Litteratur zu finden hofften, konnte uns nicht in gewünschter Weise dienen.

Bei unserer Betrachtung der Aufnahme von Lavoisier's Ansichten vor 1789 hatten wir neben England Schweden als das Land aufgeführt, dessen Forscher hervorragenden Einfluss auf ihre Zeitgenossen ausübten. Hier treten aber seit Bergmann's und Scheele's Tode die Chemiker nicht mehr mit ihren theoretischen Anschauungen hervor und so können wir für die Zeit, von der wir jetzt handeln, nur wenige Briefe von Gadolin in Abo als Beweismaterial für die weitere Aufnahme der neuen Theorie beibringen.

In einem Briefe von 1790 [2]) berichtet er von Untersuchungen über die Wirkungen der Wärme, wobei er die Annahme eines Lichtstoffes neben dem Wärmestoff für nötig hält, und in einem anderen von 1793 spricht er seine Ansicht über die Verkalkung der Metalle aus und erwähnt auch gleichzeitig seine Stellung zur Phlogistontheorie. Er schliesst: „Vom Phlogiston sage ich nicht viel. Zwar leugne ich dessen Existenz nicht, doch glaube ich, dass in dem jetzigen Zustande der Wissen-

---

[1]) Scherer, Journal d. Chemie 1798 Bd. I. p. 443 (L 327).

[2]) Crell, Annal. 1791 Bd. I. p. 448—459.

schaft alle Phänomene ebenso gut ohne dieses erklärt werden können." [1])

Die späteren Arbeiten GADOLIN's sind im Sinne der Theorie LAVOISIER's gehalten, er hat sich also für diese, aber erst nach 1793 entschieden.

Ein unüberzeugbarer Anhänger des Phlogistons blieb der Freund und wirkliche Entdecker SCHEELE's der schwedische Chemiker ANDERS JAHAN RETZIUS, [2]) von dem NORDENSKIÖLD schreibt: Er war nämlich bis zu seinem Tode 6. 10. 1821) ein treuer und eifriger Anhänger der chemischen Lehren, welche er in seiner Jugend mit SCHEELE bewundert hatte. [3])

Von den „Holländischen Chemikern" haben wir schon gesehen, dass sie 1789 die Lehre von der zusammengesetzten Natur des Wassers annahmen. In den folgenden Jahren bringen sie meist Versuche, die die neue Theorie bestätigten und zur Widerlegung von Einwürfen anderer gegen dieselbe unternommen waren.

So haben sie 1796 gegen GOETTLING's Behauptung nachgewiesen, dass Phosphor bei vollständiger Abwesenheit von Lebensluft nicht zu leuchten vermöge, [4]) und 1799 haben sie die Unrichtigkeit der Ansicht WIEGLEB's, dass beim Überleiten von Wasser über glühende Körper stets Stickstoff auftrete, mit grösster Genauigkeit dargethan. [5])

Gegen die von ihnen früher angezweifelte Lehre von der Metallverkalkung bringen sie keine weiteren Gründe vor, und erwähnen bei Beschreibung ihrer Versuche, nach denen Metalle mit Schwefel ohne Lebensluft verbrannten, die von anderen gegen LAVOISIER ins Feld geführt wurden, nur, dass ihnen die Erklärung nach beiden Systemen Schwierigkeiten zu haben scheint, da bei beiden die Anwesenheit von atmosphärischer oder Lebensluft bei der Verbrennung vorausgesetzt wird. [6])

Ein weiterer Holländer, Apotheker KASTELEYN [7]) in

---

[1]) CRELL, Annal. 1793 Bd. II. p. 156.
[2]) geb. 1742 Chistianstadt, gest. 1821 Stockholm.
[3]) NORDENSKIÖLD, SCHEELE p. 2.
[4]) CRELL, Annal. 1796 Bd. II. p. 623.
[5]) CRELL, Annal. 1799 Bd. I. p. 249—258.
[6]) CRELL, Annal. 1793 Bd. II. p. 398.
[7]) geb. 1745, gest. 1795 Amsterdam.

Amsterdam, der im Jahre 1793 der Reduktion von Quecksilberkalk erwähnt, bei welcher von einem Teil der Chemiker das Auftreten von Lebensluft behauptet, von einem anderen wieder bestritten wurde, zeigt sich in seiner Stellung zu den beiden Theorien vollständig neutral, wenn er sagt: „Ich meinerseits werde die wohlthätige Hand jählings ergreifen, welche mich auch nur einen Schritt näher zur sicheren Wahrheit zu führen imstande ist, ohne mich zu bekümmern, ob sie mich zu ihr auf dem Wege von STAHL oder LAVOISIER leitete.“ [1])

VAN MONS [2]) in Brüssel, den wir hier noch anschliessen wollen, spricht sich schon 1792 zu Gunsten der LAVOISIER'schen Anschauung von der Metallverkalkung aus [3]) und verteidigt später auch andere Teile der neuen Lehre.

So tritt er in einem Briefe an HERMBSTAEDT gegen GREN's Theorie auf, indem er zu beweisen sucht, dass Licht nicht aus Phlogiston und der Materie der Hitze zusammengesetzt sei, sondern, dass Licht- und Wärmestoff „einfache Wesen von einerlei Art seien“; und in dem gleichen Briefe tritt er auch für die säuernde Eigenschaft des Sauerstoffes ein. [4])

Auch in einem späteren Schreiben legt er die Verbrennung der Metalle in Schwefel bei Abwesenheit von Sauerstoff zu Gunsten der Theorie LAVOISIER's aus.

Auch in Holland haben sich also die neuen Lehren erst nach 1789 und nur allmählich Anerkennung bei den Chemikern errungen; dabei ist jedoch sehr wesentlich in Betracht zu ziehen das Ausschlaggebende der Versuche von TROOSTWIJCK und DEIMANN. Da nun diese mit BONDT, LAUWRENBURGH, NIEWLANDS u. s. w. zusammen arbeiteten, so war mit diesem einen Versuch über das Schicksal aller „Holländischen Chemiker“ entschieden. Trotzdem blieben aber auch, wie das Citat von TROOSTWIJCK und DEIMANN vom Jahre 1793 beweist, für sie noch dunkle und unaufgeklärte Punkte im neuen System bestehen.

---

[1]) KASTELEYN, Chem. en Physik Oefeningen T. XI. Amsterd. 1793 p. 8—17 v. auch CRELL, Annal. 1794 Bd. I. p. 88.

[2]) geb. 1765 Brüssel, gest. 1842 Loewen.

[3]) CRELL, Annal. 1792 Bd. I. p. 181—183 und 1794 Bd. I. p. 116 bis 128.

[4]) CRELL, Annal. 1794 Bd. I. p. 420.

In Italien finden wir bereits 1790 GIOBERT [1]) als Anhänger der neuen Lehre, der in einer Abhandlung in den Denkschriften der Turiner Akademie an der Hand von Versuchen die Nichtexistenz des Phlogistons in den Metallen, die Aufnahme von Lebensluft bei der Verkalkung derselben und besonders die Zusammengesetztheit des Wassers zu beweisen sucht. Die Erklärungen für die Versuche giebt er noch nach den beiden Theorien, da sein Aufsatz hauptsächlich für solche bestimmt ist, welche die neue Lehre noch nicht genau kennen.[2])

Auch der Professor der Medizin in Padua GALLINI hat 1792 in seinem Buche „Betrachtungen über die neueren Fortschritte in der Kenntnis des menschlichen Körpers“ den chemischen Teil nach LAVOISIER's Grundsätzen bearbeitet und spricht sich sehr anerkennend über dessen Theorie aus. [3]) Der Art des Buches entsprechend sind es hier natürlich mehr die physiologischen Teile, Atmung, etc. der Lehre LAVOISIER's, welche Aufnahme und Verteidigung gefunden haben.

Dem gleichen Zweck wie die oben erwähnte Arbeit GIOBERT's, einer Einführung in die neue Lehre, dient eine Schrift von DANDOLO [4]) in Venedig, „Fondamenta della scienza chimico-physica“, die 1795 erschien. Der Verfasser ist so sehr von der Wahrheit der neuen Grundsätze überzeugt, dass er „diejenigen, die noch von Phlogiston sprechen, des Mitleids oder der Verachtung wert hält.“ Trotzdem weicht er in einem Punkte von LAVOISIER ab, nämlich darin, dass er den Lichtstoff für ein von der Wärme ganz verschiedenes Wesen hält, und ausserdem gebraucht er noch die beiden Nomenklaturen nebeneinander. [5])

Im gleichen Jahre wie DANDOLO's Werk erschienen BRUGNATELLI's „Elementi di chimica“, in denen ebenfalls die neue Theorie vorgetragen wird; aber auch hier hat der Verfasser eine Veränderung für nötig gehalten, indem er nach dem Bei-

---

[1]) geb. 1761 Mongardino, gest. 1834 Millefiori.

[2]) Mém. de l'Acad. d. sc. de Turin Bd. V. 1790/91 p. 299—342. CRELL, Annal. 1795 Bd. II. p. 356—384.

[3]) GALLINI, Betrachtungen etc. 1794 (L. 343) p. 116—136.

[4]) geb. 1758 Venedig, gest. 1819 Varese.

[5]) Gött. Gel. Anz. 1795 St. 140 p. 1403.

spiele von Goettling einen Lichtstoff annimmt, der besonders im Stickgas in grösserer Menge enthalten sei.[1]) Seiner neuen Nomenklatur, die er in diesem Werke zuerst anwendet, haben wir schon oben Erwähnung gethan.

Obwohl wir hier eine Reihe von Antiphlogistikern aufzuzählen vermochten, scheint doch auch die entgegengesetzte Partei noch Vertreter gehabt zu haben, wie dies aus einem Briefe von Fabbroni in Florenz, der selbst zu den Anhängern Lavoisier's gehörte, hervorgeht. Dieser schreibt 1795 an Crell: „Die litterarischen Fehden unter den Phlogistikern und ihren Gegnern sind auch bei uns noch nicht geendigt. Was mich anbetrifft, so hielt ich schon sehr lange das Phlogiston für eine blosse Vorstellungsart ohne Wirklichkeit.“ [2])

Als Verteidiger der älteren Anschauungen ist der schon im vorhergehenden Teil unserer Arbeit erwähnte Abt Fontana zu nennen. Von diesem stand uns für unsere obigen Betrachtungen eine Reihe von Abhandlungen zur Verfügung, später dagegen spricht er sich nur einmal und zwar wie früher gegen die Lehre von der Wasserzersetzung in einem Briefe an De Morveau (1792) aus.[3])

Er glaubt hierin durch Versuche bewiesen zu haben, dass das Wasserstoffgas aus Wasser und Phlogiston gebildet sei, welch' letzteres bei Lavoisier's bekannten Zersetzungsversuchen aus dem Eisen stamme. Auch die Versuche über die Synthese des Wassers hält er für ungenau, da man bisher den dabei verwandten Sauerstoff noch nicht aus dem Quecksilberkalk gezogen habe, derselbe infolgedessen nie ganz rein war. In den späteren Jahren hat Fontana sich nicht mehr über seine Ansichten geäussert und überhaupt nichts Chemisches mehr veröffentlicht.

Ausser Fontana zählte Italien noch eine ganze Reihe von Chemikern, die auch nach der Gesamtdarstellung der Theorie Lavoisier's diese noch bestritten oder wenigstens sich nicht für sie entscheiden konnten. Nach Gmelin[4]) sollen unter diese

---

[1]) Gött. Gel. Anz. 1796 St. 62 p. 613—615.

[2]) Crell, Annal. 1795 Bd. II. p. 502.

[3]) Ann. de Chimie 1792 T. XII. p. 162.

[4]) Gmelin, Geschichte der Chemie 1799 Bd. III. p. 295.

Pini, Morozzo, Carradori, Marzani, Macri, Viano gehören; näheres über die Ansichten derselben ist uns jedoch nicht bekannt geworden, da die Schriften, in denen sie ihre Arbeiten veröffentlichten, uns nicht zugänglich waren.

Von den späteren Anschauungen der im ersten Teil unserer Arbeit genannten Italiener war es uns ebenfalls nicht möglich, etwas zu erfahren, da sich dieselben jedenfalls nicht mehr öffentlich darüber ausgesprochen haben. Von Landriani wird berichtet, dass er im Jahre 1788 bei Lavoisier einer Reihe von Versuchen beigewohnt habe, trotzdem aber nicht von der Richtigkeit der neuen Theorie überzeugt werden konnte, sondern sich auch später noch gegen dieselbe richtete.[1]) Ein Brief an Mme. Lavoisier,[2]) der uns noch bekannt geworden ist, berichtet nur von Versuchen, ohne theoretische Betrachtungen daran zu knüpfen.

Die Nennung dieser Reihe von Gegnern der neuen Theorie durch Gmelin, sowie das oben angeführte Citat von Fabbroni bestätigt aber schon, dass auch in Italien die älteren Anschauungen noch lange Zeit Anhänger hatten, aus unseren obigen Betrachtungen geht ferner hervor, dass erst um 1795 eine grössere Reihe von Werken in antiphlogistischem Sinne abgefasst wurde, mithin haben wir auch hier ganz die gleichen Verhältnisse wieder, wie wir sie in Deutschland beobachten konnten.

Mit dieser Betrachtung der Aufnahme der Theorie Lavoisier's in Italien haben wir unsere ganze Arbeit zu Ende geführt und wollen zum Schluss noch eine kurze Übersicht über die Resultate unserer Forschungen erbringen.

Wir haben in erster Linie nachgewiesen, dass die Lehren Lavoisier's, so lange sie nur in Bruchstücken bekannt waren, in Deutschland, und genau in der gleichen Weise in allen anderen Ländern, einer ruhigen unparteiischen Prüfung unterzogen wurden; der eine oder andere Teil derselben wurde angenommen, aber an der Wahrheit der phlogistischen Anschauungen nicht gezweifelt und ein direkter Gegensatz der beiden

---

[1]) Berthelot, Révolution (L 447) p. 306—307.

[2]) Ann. de Chim. 1791 T. XI. p. 156—157.

Theorien vorläufig in keiner Weise hervorgehoben, wie denn auch LAVOISIER selbst die Gegensätzlichkeit seiner Ansichten zu denen STAHL's nicht vor 1786 ausdrücklich ausspricht und betont.

Erst mit der Aufstellung der neuen Nomenklatur und dem damit verbundenen direkten Auftreten LAVOISIER's gegen die Anhänger der älteren Anschauungen kommt es zu einem eigentlichen Streite, der einige Zeit lang von beiden Seiten mit Eifer geführt wurde. Fast gleichzeitig mit der Nomenklatur war aber auch die erste Gesamtdarstellung der Theorie LAVOISIER's in seinem „Traité élémentaire" erschienen; es war somit die Möglichkeit gegeben, alle Teile derselben und ihre Beziehungen zu einander zu prüfen und mit den bekannten phlogistischen Anschauungen zu vergleichen.

In Deutschland hatte sich eine Reihe von Chemikern schon bei ihrer ersten genauen Prüfung der neuen Theorie von den Vorzügen derselben überzeugt und sich direkt zu Gunsten derselben entschieden, so dass wir für 1792 bereits eine Anzahl hervorragender Gelehrter als Anhänger LAVOISIER's nennen konnten. Andere wieder sind vorerst schwankend und greifen die antiphlogistische Lehre zunächst noch an, aber auch sie bekehren sich schon bald zu derselben und wir konnten nachweisen, dass bereits 1795 das neue System das herrschende war und nur noch ganz wenige Gegner hatte, die die Theorie LAVOISIER's verwarfen, aber trotzdem nicht mehr streng an der STAHL'schen Lehre festhielten.

Diese Thatsachen konnten wir an der Hand von Originalabhandlungen der einzelnen Chemiker feststellen, wir konnten sie durch zeitgenössische Dokumente beweisen, und schliesslich lässt sich auch eine Bestätigung darin finden, dass Abhandlungen, die in anderem als antiphlogistischem Sinne geschrieben sind, in den Journalen so gut wie gänzlich verschwinden. Gewiss ist dies sehr bezeichnend für die Beendigung des Streites, da die Herausgeber der wichtigsten Zeitschriften nicht alle der Partei LAVOISIER's angehörten, sondern, wie CRELL, noch Anhänger älterer Anschauungen waren. Es ist natürlich, dass dieser sich bemühte, alles zu bringen, was für seine Meinung sprechen konnte, und das geringe

Material, das er nur noch beizubringen vermochte, ist der schlagendste Beweis dafür, dass er nach 1795 mit seiner Ansicht so gut wie allein stand.

Ein weiterer Punkt, auf den wir bei unseren Betrachtungen hingewiesen haben, war der, dass der Entwickelungsgang, den die Revolution der chemischen Wissenschaft in Deutschland nahm, ein durchaus natürlicher war; man suchte sich erst genau zu überzeugen, ob die neuen Ansichten auch wirklich Vorteile vor den älteren hätten, und erklärte sich nur soweit für dieselben, als man ihre grössere Wahrscheinlichkeit erkannt hatte.

Wir konnten darthun, dass in allen anderen Ländern die Verhältnisse ganz die gleichen waren; dass man auch hier erst nach Bekanntgabe der gesamten Theorie den Gegensatz der beiden Ansichten voll erkannte, sich anfangs gegen die Neuerung auflehnte, und schliesslich doch, nachdem das Übergewicht der neuen Theorie erwiesen war, sich für dieselbe entschied. Wir haben gesehen, dass es hier, wie in Deutschland, dieselben Einwürfe waren, die man dem antiphlogistischen System machte, dass man diese ganz auf die gleiche Weise zu begründen suchte, in gleicher Art die Mängel der neuen Theorie heben wollte und fast dieselbe Anzahl von Jahren nötig hatte, um eine vollständige Entscheidung zu treffen Auch in den anderen Ländern trafen wir einige Forscher an, die sich nie zur neuen Theorie bekehren liessen, es war also auch hierin die Gleichartigkeit mit den Verhältnissen in Deutschland nachgewiesen und somit bestätigt, dass hier die Aufnahme der neuen Theorie so vor sich ging, wie es bei einer so tief greifenden Verschiedenheit derselben von der früheren nur natürlich war. Nie und nirgends aber findet sich, sehen wir von einigen Briefen von Westrumb ab, der nationale Gegensatz in irgend welcher Weise betont; im Gegenteil finden Lavoisier's Arbeiten und Methoden auch bei den Gegnern entschiedenste Anerkennung.

Auch das andere, was Kopp besonders hervorhebt, dass es die quantitative Betrachtungsweise gewesen sei, deren Annahme Schwierigkeiten gemacht hätte, lässt sich nicht aufrecht erhalten. Derselben tritt vielmehr kaum ein nennens-

werter Widerstand entgegen, gerade an diese hat man sich zuerst gewöhnt.

Die grössten Hindernisse, die der noch schnelleren Einführung der LAVOISIER'schen Theorie in den Weg traten, trug dieselbe vielmehr in sich selbst. Zunächst war es die gleichzeitige, allerdings unvermeidliche Einführung der neuen Nomenklatur, die zwar die Darstellung der Theorie bedeutend erleichterte, ihr Verständnis aber denjenigen, denen die neuen Namen noch nicht geläufig waren, wesentlich erschwerte.

Ferner hatte LAVOISIER in sein System gewisse Teile aufgenommen, wie seinen Wärmestoff, seine Grundlagen der Gase u. s. w., über die er sich selbst nicht recht im klaren war, und hatte Behauptungen aufgestellt, wie die, dass Verbrennung nur in Lebensluft vor sich gehen könne, denen gewisse Versuche direkt widersprachen, und ausserdem trat auch die von uns gerügte, nicht vollkommen wahrheitsgemässe Darstellung gewisser von ihm angestellter schwierigerer Versuche, der Verbreitung seiner Lehren hindernd in den Weg.

Endlich konnte auch einer der Hauptteile seiner Lehren, nämlich die Behauptung von der zusammengesetzten Natur des Wassers lange Zeit nicht mit absoluter Sicherheit bestätigt werden, da häufig sich widersprechende Resultate erhalten wurden, indem man neben Wasserstoff und Sauerstoff noch andere Zersetzungsprodukte beobachtete, und so wurde denn bis in den Anfang unseres Jahrhunderts hinein die Thatsache, dass bei der Wasserzersetzung wirklich nur Wasserstoff und Sauerstoff auftrete, mehrfach angezweifelt. Erst HUMPHRY DAVY gelang es im Jahre 1806 nach Überwindung von ausserordentlich vielen Schwierigkeiten festzustellen, „dass chemisch reines Wasser sich durch Elektrizität einzig und allein in Sauerstoffgas und in Wasserstoffgas zersetzt.“ [1])

Als Resultat unserer Untersuchungen können wir also behaupten, dass der Vorwurf, der den deutschen Chemikern ge-

---

[1]) DAVY, Einige chemische Wirkungen der Elektrizität. Als Bakerian Lecture am 20. Nov. 1806 in der k. Societät in London vorgelesen. Phil. Trans. f. 1807 p. 12. Vergl. auch OSTWALD, Klassiker der Naturwissenschaften Heft 45 p. 12.

macht wird, dass sie den Lehren LAVOISIER's eine prinzipielle Gegnerschaft entgegengebracht hätten, ein unbegründeter und ungerechter ist. Die deutschen Chemiker haben sich im Gegenteil in der Aufnahme der neuen Theorie genau so verhalten wie ihre Zeitgenossen in den anderen Ländern und sie haben sich stets als vorurteilsfreie, gewissenhafte Männer gekennzeichnet, denen als höchstes Ziel ihrer wissenschaftlichen Arbeiten die Erforschung der Wahrheit galt.

Und die Zeit, die bis zum Siege der neuen Theorie seit ihrer ersten gesamten Darstellung verfloss, also von 1789 bis 1795, kann die wirklich mit Recht als eine lange bezeichnet werden? Gewiss nicht! — Man denke nur und vergleiche. 1808 schon wurde von WOLLASTON [1]) die Notwendigkeit räumlicher Anschauungen in der chemichen Theorie betont. 1860 erklärte PASTEUR [2]) die Verschiedenheit der Rechts- und der Linksweinsäure aus verschiedener räumlicher Anordnung der Atome in den Molekeln. 1873 forderte WISLICENUS [3]) laut das gleiche für die Para- und die Gährungsmilchsäure. 1874 wurde dieser Forderung von VAN'T HOFF [4]) nachgekommen und vertrat LE BELL [5]) die gleichen Anschauungen! — Und heute, 22 Jahre später, dürfen wir wirklich schon sagen, die „Chemie im Raume" ist auf der ganzen Linie siegreich? — Was würden die reinen Stukturanten sagen, wenn wir sie mit den WESTRUMB, SAGE, PRIESTLEY, RETZIUS in einen Topf würfen? Und doch handelt es sich heut nur um ein Kleines gegenüber der ungeheuren Revolution, die durch LAVOISIER's unvergleichliches Genie angebahnt, erzwungen und in kaum 6 Jahren zum Siege geführt wurde!

---

[1]) Phil. Trans. Vol. 98, 1808, p. 102; Alembic Club Reprints (L 453) Nr. 2 1892 p. 39.

[2]) Recherches sur la dissymétrie moléculaire. Paris 1861 p. 25.

[3]) LIEBIG. Annal. Bd. 166, 1873 p. 3; Bd. 167, 1873 p. 302.

[4]) Die Lagerung der Atome im Raume. Deutsch von HERRMANN 1877.

[5]) Bull. d. l. Soc. Chim. Ser. 2. T. 22, 1874 p. 337.

II.

Über den Anteil LAVOISIER's an der Feststellung der das Wasser zusammensetzenden Gase.

Wir haben in unserer Darstellung der Aufnahme des LAVOISIER'schen Systems schon gesagt, dass die wichtigste Stütze für die ganze antiphlogistische Theorie die Entdeckung von der zusammengesetzten Natur des Wassers war.

Die Geschichte dieser Entdeckung ist von einer ganzen Reihe von Forschern dargestellt worden, so zuerst von dem als Vermittler der Entdeckungen der englischen Gelehrten an LAVOISIER und LAPLACE dabei selbst beteiligten BLAGDEN,[1] dann von ARAGO,[2] MUIRHEAD,[3] und vor allem von HERMANN KOPP.[4] Wir könnten es uns also füglich versagen, diese Geschichte im einzelnen noch einmal darzustellen; da wir aber an zwei Stellen von KOPP Übersehenes oder seither erst Bekanntgegebenes nachzutragen haben, wodurch der Anteil, den LAVOISIER wirklich an dieser Entdeckung hat, zu dessen Un-

---

[1]) CRELL, Annal. 1786 Bd. I. p. 58 ff. KOPP, Beiträge St. III. p. 269 Anm. 70.

[2]) Gedächtnisrede auf JAMES WATT. Gelesen in der öffentl. Sitzung d. Akad. d. Wissensch. 8. Dez. 1834. ARAGO Werke (L. 436) Bd. I. p. 362 ff.

[3]) MUIRHEAD, Correspondence of the late JAMES WATT on his discovery of the theorie of the composition of water (L. 435).

[4]) KOPP, Die Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers. Beiträge (L. 440) St. III, p. 237—310.

gunsten nicht unwesentlich verschoben wird, so wollen wir, bei der grossen Wichtigkeit, die diese Entdeckung für die gesamte Theorie LAVOISIER's hat, dieselbe noch einmal besonders darstellen.

Die Anschauung KOPP's wird von ihm selbst dahin zusammengefasst, dass CAVENDISH der erste war, der die Thatsachen feststellte, aus denen von WATT auf die Zusammengesetztheit des Wassers geschlossen wurde; LAVOISIER gebührt das Verdienst, zuerst eine richtige Bestimmung und genaue Angabe der Bestandteile des Wassers geliefert zu haben.[1])

Das kann also als die bisher geltende Ansicht angenommen werden.

KOPP's Darstellung ist eine so ausführliche und mit so vielen Quellen belegte, dass wir in der That glaubten, neues Material dazu nicht herbeischaffen zu können, und doch ist uns das durch einen Zufall gelungen; zwar nicht für die Frühgeschichte dieser Entdeckung, die vollständig unberührt bleibt, wohl aber für die Geschichte des weiteren Verlaufes derselben.

Bekannt ist, dass BLAGDEN bei einem Besuche in Paris im Juni 1783 den Mitgliedern der Pariser Akademie, unter ihnen auch LAVOISIER, von der Entdeckung CAVENDISH's und PRIESTLEY's, dass, wenn Wasserstoff in Sauerstoff verbrenne, sich Wasser bilde und die Gewichte der verbrannten Gase gleich seien dem Gewichte des entstandenen Wassers, Mitteilung machte. Weiter ist bekannt, dass auf Aufforderung der Mitglieder der Akademie LAVOISIER in Gemeinschaft mit LAPLACE am 24. Juni 1783 den Versuch in seiner Wohnung wiederholte und dabei in der That Wasser erhielt. Der Bericht über diese Arbeit wurde aufgenommen in die „Mémoires" der Akademie für das Jahr 1781, also in einen zwei Jahre älteren Jahrgang.

In einer der Arbeit vorgeschickten Bemerkung sagt LAVOISIER: „Diese Mitteilung wurde in der öffentlichen Sitzung der Akademie am Martinstage 1783 (d. i. 11. resp. 12. November) gelesen. Seither hat man einige Zusätze gemacht, die

---

[1]) KOPP, Beiträge, St. III. p. 309.

sich auf Arbeiten, die über das gleiche Problem in Gemeinschaft mit Herrn MEUSNIER ausgeführt wurden, beziehen." [1])

Dass diese Angaben „zwar die Wahrheit, aber nicht die volle Wahrheit" [2]) enthalten, sondern dass die ganze Arbeit später umredigiert wurde, geht einmal aus anderen, gleich mitzuteilenden Angaben von LAVOISIER selbst hervor und bezeugt auch FOURCROY, der allerdings etwas unsichere Freund LAVOISIER's, welcher schreibt: „Thatsächlich ist die Arbeit nicht so gelesen worden, sondern wurde nachträglich überarbeitet (retouché). Der Verfasser hat Einzelheiten hinzugefügt, die er in seiner ersten Redaktion noch nicht beigebracht hatte, auch findet man weitere Gesichtspunkte und gewisse historische Züge, die er bei der Lesung selbst noch nicht eingenommen und gekannt hatte." [3])

Wir werden sehen, wie milde dieses Urteil FOURCROY's ausgefallen ist.

In dieser Abhandlung sagt LAVOISIER auch, dass er schon am 24. Juni 1783 die Gewichtsverhältnisse der verbrannten Gase zu dem entstandenen Wasser mit einiger Sicherheit wenigstens aufgestellt und am 25. Juni morgens darüber der Akademie berichtet habe. [4])

Auch hier entspricht LAVOISIER's Mitteilung nicht der Wahrheit, denn am 28. Juni schreibt der Mitarbeiter LAVOISIER's LAPLACE an DE LUC in Genf: „Wir haben den Versuch von CAVENDISH über die Umwandlung von Wasserstoff und Sauerstoff in Wasser wiederholt, aber wir wissen noch nicht, ob das Gewicht des erhaltenen Wassers dem der beiden Gase entspricht. Dieser Versuch muss mit der grössten Aufmerksamkeit wiederholt werden, denn er scheint mir von der allergrössten Wichtigkeit zu sein." [5])

---

[1]) Mém. de l'Acad. Royale d. sc. pour 1781 (gedr. 1784) p. 468.

[2]) Vergl. BLAGDEN, ARAGO a. a. O. p. 367.

[3]) FOURCROY, Encyclepédie méthodique. Chimie T. III. p. 444; KOPP, Beiträge St. III. p. 275.

[4]) Mém. de l'Acad. Royale d. sc. pour 1781 p. 473.

[5]) MUIRHEAD, Correspond. of the late JAMES WATT (L 485) p. 41; KOPP,

Bezeichnend ist auch, dass LAPLACE, im Gegensatz zu LAVOISIER, geradeaus von dem Versuche als einer Wiederholung eines von CAVENDISH angestellten spricht.

Man sieht aus dem Vorhergehenden schon, und aus diesem Grunde haben wir es, obwohl es bekannt ist, noch einmal vorgetragen, dass LAVOISIER es mit historischen Wahrheiten nicht genau nimmt, wie sich das auch aus dem Kommenden noch weiter ergeben wird, dass es also gestattet ist, an seinen Aussagen Kritik zu üben.

In seinem 1789 erschienenen „Traité élémentaire" Tl. III § 5, der über die Verbrennung des Wasserstoffes und die Bildung des Wassers handelt, beschreibt nun LAVOISIER den Apparat, in dem er, wie LAPLACE das wünschte, die Versuche mit grösster Aufmerksamkeit und zwar in Gemeinschaft mit Herrn MEUSNIER wiederholt hat. Dann sagt er wörtlich: „Wir, Herr MEUSNIER und ich, werden nächsthin über die Einzelheiten der Versuche, die wir mit diesem Apparate im Januar und Februar 1785 in Gegenwart einer grossen Zahl von Mitgliedern der Akademie angestellt haben, berichten." [1])

Zu bemerken ist, dass dieser versprochene Bericht jedoch niemals erschienen ist.

Es ist uns nun eine kleine Schrift, die von grosser Wichtigkeit für die Geschichte der Zusammensetzung des Wassers ist, die jedoch bisher vollkommen und von allen übersehen wurde, in die Hand gefallen. Dass sie übersehen wurde, ist einigermassen natürlich, denn unter dem Titel „Neue chemische Nomenklatur für die deutsche Sprache von CHRISTOPH GIRTANNER" (Berlin 1791) sucht man allerdings nichts auf unser Thema Bezügliches.

GIRTANNER ist ein durchaus unverdächtiger Zeuge. Er ist begeisterter Anhänger LAVOISIER's und hat längere Zeit in Paris gelebt, wo er, wie er in der Einleitung selbst schreibt, mit LAVOISIER, BERTHOLLET und PELLETIER persönlich verkehrt hat und von ihnen selbst in die „Wahrheiten der neuen Theorie,

---

Beiträge St. III. p. 271. Vergl. auch Brief von BLAGDEN an CRELL, dessen Annal. 1786 Bd. I. p. 58—61.

[1]) Oeuvres T. I. p. 357.

welche eigentlich keine Theorie, sondern blosse Erzählung von Thatsachen ist,“ [1]) eingeweiht worden ist.

Über das uns hier besonders interessierende Thema schreibt er dann: „Die Lehre von der Zersetzung und Zusammensetzung des Wassers ist, wie bekannt, eine der Hauptlehren der neuen Chemie. Diese Lehre beruht auf sehr vielen Versuchen. Die Versuche über die Zersetzung des Wassers sind bekannt genug und daher sage ich von denselben für jetzt nichts. Der letzte Versuch der Herren TROOSTWIJCK und DEIMANN [2]) muss auch die Ungläubigsten überzeugen und hat auch wirklich viele überzeugt.

Aber die Versuche über die Zusammensetzung des Wassers aus dephlogistisierter und brennbarer Luft sind weniger allgemein bekannt“. Nun berichtet GIRTANNER über die in Paris angestellten Versuche folgendes: „Die ersten zwei Versuche über die Zusammensetzung des Wassers sind von Herrn LAVOISIER in seinem eigenen Hause angestellt worden, der erste in Gesellschaft des Herrn MONGE [3]) und DE LAPLACE, der zweite in Gegenwart der Kommission der k. Akademie der Wissenschaften. (Das ist also der mit MEUSNIER gemeinschaftlich unternommene.)

Zu beiden Versuchen bediente sich Herr LAVOISIER der von ihm erfundenen Maschine. Weil aber damals dieselbe noch unvollkommen war, so hatte der Versuch viele Schwierigkeiten und die Rechnungen wurden sehr verwickelt. Das Resultat dieses Versuches findet man in den „Mémoires de l'Academie Royale des sciences.“

Mit der neuen verbesserten Maschine, deren Behälter drei Kubikfuss Gas enthalten und welche Herr LAVOISIER in seinen

---

[1]) GIRTANNER, Neue Nomenklatur 1791 (L. 233) p. 5.

[2]) TROSTWIJCK und DEIMANN gehören mit LAUWRENBURGH, BONDT und NIEWLAND zu den sogenannten „Holländischen Chemikern“, die sich besonders auch durch die Entdeckung des Äthylenchlorids (Öl der holländischen Chemiker) bekannt gemacht haben. — Der hier erwähnte Versuch ist beschrieben in den Observ. s. l. Phys. 1789 T. 35 p. 369 - 384.

[3]) Diese Behauptung ist irrtümlich. MONGE hat etwa gleichzeitig und unabhängig von LAVOISIER seine Versuche angestellt, über die VANDERMONDE der Akademie wenige Tage nach LAVOISIER's Versuchen berichtete. Also ein Irrthum zu Gunsten LAVOISIER's.

„Éléments de Chimie“ (soll heissen „Traité élémentaire“, „Éléments de Chimie“ hat LAVOISIER nicht geschrieben) beschrieben hat, ist bis jetzt noch kein Versuch angestellt worden.“ [1])

Das also schreibt der sehr wohl unterrichtete [2]) GIRTANNER im Jahre 1791, während zwei Jahre früher LAVOISIER

---

[1]) GIRTANNER, Nomenklatur 1791 p. 6—7.

[2]) Wie sehr wohl GIRTANNER über alle, die Zusammensetzung des Wassers betreffende Versuche unterrichtet war, geht aus der folgenden Aufzählung hervor. GIRTANNER schreibt in der Vorrede zu seiner „Neue Nomenklatur“ weiter:

„[p. 7.] Der dritte Versuch wurde von dem Mechanikus Herrn FORTIN mit einer von ihm verfertigten und verbesserten Maschine bei Herrn LE FÈVRE, Professeur au collège Royale angestellt und gelang vortrefflich.

[p. 8.] Der vierte Versuch wurde von Herrn SÉGUIN mit einer für das königl. Gymnasium in Cadix bestimmten Maschine in Gegenwart des Lehrers der Chemie an dem genannten Gymnasium Herrn ARRJULA angestellt. Das erhaltene Wasser war ganz rein und von aller Säure frei, wodurch Herrn PRIESTELY's Einwürfe gegen diesen Versuch völlig widerlegt wurden.

Der fünfte Versuch wurde zu Paris von dem jüngeren Herrn von JACQUIN mit einer auf Kosten Seiner kais. Majestät Leopolds des Weisen (des grossen Beschützers der Wissenschaften, vorzüglich aber der neueren Chemie) verfertigten Maschine angestellt. Diese Maschine hat der jüngere Herr v. JACQUIN mit unermüdetem Fleisse, wovon ich täglich Augenzeuge war, unter seiner Aufsicht anfertigen lassen. Sie ist vom Kaiser für die Universität zu Wien bestimmt, von wo aus sich wahrscheinlich die neue Chemie bald über ganz Deutschland verbreiten wird. Bei diesem fünften Versuche war ich selbst gegenwärtig. Wir erhielten das allerreinste Wasser, ohne Beimischung von Säure, wodurch also Herrn PRIESTELEY's Einwürfe abermals auf das Überzeugendste widerlegt wurden. Beinahe alle Naturforscher von Paris waren zu diesem Versuche eingeladen worden und waren Augenzeugen von dem glücklichen Erfolg desselben.

Die Maschinen, deren man sich zu dem vierten und fünften Versuche bediente, sind weit einfacher, vollkommener, genauer und wohlfeiler, als selbst die von Herrn LAVOISIER beschriebene Maschine. Beide sind von Herrn FORTIN, dem Mechanikus der Akademie, Place Sorbonne zu Paris, verfertigt. Eine solche Maschine, deren Behälter ein bis anderhalb Kubikfuss Gas enthalten, kostet ungefähr 360 Reichsthaler in Louisd'ors zu fünf Reichsthaler gerechnet.

Für das Gymnasium zu Cadix wird nunmehr, auf besonderen Befehl des Königs von Spanien, eine neue Maschine von Herrn FORTIN ganz

kühn behauptet, er habe schon im Beginn 1785 mit Meusnier und vor einem grossen Kreise von Akademikern mit eben diesem Apparat gearbeitet.

Lavoisier konnte dergleichen Behauptungen ruhig wagen, vier Jahre später wusste zweifellos die Mehrzahl der Zeugen nicht mehr mit Sicherheit zu bekunden, ob der Versuch in dem ursprünglichen oder in einem auf Grund der Erfahrungen verbesserten Apparate ausgeführt worden war. Nur die, welche sich, wie Girtanner, besonders auch mit dem Apparate und seinem Aufbau beschäftigt hatten, — und dass das bei Girtanner in der That der Fall war, geht aus seinen citierten Mitteilungen doch wohl mit absoluter Deutlichkeit hervor, — konnten das bemerken.

Aber auch aus Lavoisier's Schriften selbst können wir den Beleg bringen, dass er ein solches Zwanganthun an der reinen und vollen Wahrheit für erlaubt hielt, denn da, wo er in seinem „Traité“ über die Analyse der atmosphärischen Luft handelt, sagt er, „es sei schwer, alle diese Bestimmungen in einem einzigen Versuche und auf einmal auszuführen, deshalb habe er die Bestimmung mehrfach wiederholt. Nichtsdestoweniger berichte er über die verschiedenen Versuche gleichzeitig, und so komme es ihm denn des Öfteren vor, dass er die aus zwei oder drei gleichartigen Versuchen abgeleiteten Ergebnisse als aus einem herstammend darstelle.“ [1])

Die Freiheit, die er sich damit nahm, liess allerdings seine Versuche äusserst elegant erscheinen und stellte sein an sich aussergewöhnliches experimentelles Geschick in noch helleres Licht. Der schnellen Verbreitung seiner Lehren aber hat sie zweifellos geschadet, denn so wenig ihm derartige Bestimmungen in einem Versuche thatsächlich gelungen waren, eben so wenig gelangen sie denen, welche sie nachmachen und kontrollieren wollten, was natürlich zur Folge hatte, dass an der Richtigkeit der Resultate überhaupt gezweifelt wurde.

Girtanner betont aber, wie wir gesehen haben, dass, weil

---

mit spanischer Pracht verfertigt. Die Behälter halten fünf Kubikfuss Gas. Diese Maschine wird, mit dem ganzen dazu gehörigen Apparat gegen dritthalb tausend Reichsthaler kosten.“

[1]) Oeuvres T. I. p. 87.

der Apparat, in welchem LAVOISIER arbeitete, und das noch in Gemeinschaft mit MEUSNIER unvollkommen war, der Versuch viele Schwierigkeiten hatte und auch „die Rechnungen verwickelt wurden.“ Die Aufgabe der Rechnung bestand aber darin, nachzuweisen, dass das Gewicht der erhaltenen Menge Wassers gleich sei dem Gewichte der angewandten Gase; wie man sieht eine in keiner Weise schwierige Rechnung.

Wie stellt sich nun LAVOISIER dazu? Er schreibt von der Verwickeltheit der Rechnung kein Wort, sondern sagt: „Ganz genau hätten sie sich nicht von dem Gewichte der verbrannten Gase überzeugen können, da die Zuleitungsröhren nicht vollkommen dicht gewesen wären,[1] aber,“ so fährt er fort, „da in der Physik nicht weniger als in der Geometrie der Satz gilt, dass das Ganze gleich ist seinen Teilen, und da wir bei diesem Versuche nur reines Wasser erhalten haben, so glaubten wir uns zu dem Schlusse berechtigt, dass das Gewicht des Wassers gleich war demjenigen der zwei Gase, welche es erzeugt hatten.“ [2])

In diesem Sinne habe er auch, — so behauptet er wenigstens in der gleichen Denkschrift, wir werden sehen, dass auch dies nicht der Wahrheit entspricht, — alsbald der Akademie Mitteilung gemacht. Er sagt nämlich: „Über den Versuch berichteten wir gleich am Morgen des 25. der Akademie und — „nous ne balançâmes pas,“ — wir würden sagen, wir zögerten nicht, — „zu schliessen, dass das Wasser keine einfache Substanz, sondern seinem Gewichte entsprechend (der französische Ausdruck lautet „poids pour poids“) aus brennbarer und Lebensluft zusammengesetzt sei.“ [3])

Noch anders, und LAVOISIER's Leistungen noch mehr in die Höhe schraubend, wird der Sachverhalt in der in dem gleichem Bande der Denkschriften abgedruckten „Geschichte der Akademie“ für das Jahr 1781 dargestellt. Dort heisst es unter der Überschrift: „Über die Bildung und Zersetzung des Wassers: „Im Monat Juni 1783 fand Herr LAVOISIER, welcher

---

[1]) Vergl. auch DE LA MÉTHERIE, Brief an CRELL, dessen Annal. 1786 Bd. I. p. 515–518.

[2]) Mém. de l'Acad. Royale pour 1781 (gedr. 1784) p. 478.

[3]) a. a. O. ebenfalls p. 478.

auf Grund seiner schon durch viele Versuche gefestigten Theorie einen Apparat vorbereitet hatte, in welchem in geschlossenen Gefässen brennbare mit Lebensluft verbrannt werden konnte dass aus dieser Verbrennung eine Flüssigkeit resultiere, die nichts anderes als reines Wasser war, und deren Gewicht augenfällig (sensiblement) gleich dem der angewandten Gase war. Später erfuhr er, dass Herr CAVENDISH auf die gleiche Weise Wasser erhalten hatte.“ [1])

Der Verfasser der Geschichte der Akademie, die jedem Jahrgange der Denkschriften vorgedruckt ist, war stets der ständige Sekretär, damals CARRITAT DE CONDORCET. Dieser hat also für den Verfasser dieser Darstellung von LAVOISIER's Verdiensten um die Erkenntnis der Zusammensetzung des Wassers zu gelten, ob dieselbe aber wirklich von ihm und nicht etwa von LAVOISIER selbst abgefasst ist, bleibt zweifelhaft. Zwar lassen sich keine besonders intimen Beziehungen CONDORCET's zu LAVOISIER nachweisen, immerhin hielten aber beide zu einer Partei, die gegen den damaligen Präsidenten der Akademie, den Herzog von LAVRILLIÈRE, intrigierte. Zudem teilt GRIMAUX in dem Teil seiner Biographie LAVOISIER's, der das innere Leben der Akademie schildert, mit, dass LAVOISIER die Veröffentlichung der Akademie „beschleunigen, und CONDORCET, der seine Pflichten als ständiger Sekretär vernachlässigend den Text zu den „Eloges“ und der „Geschichte der Akademie“ nicht rechtzeitig lieferte, drängen musste.“ [3])

Da war denn allerdings das einfachste Mittel, über seine Arbeiten für die „Geschichte der Akademie“ selbst zu berichten.

Eine Anmerkung zu der citierten Stelle aus der „Geschichte der Akademie“ verweist auf die beiden von LAVOISIER und von diesem in Gemeinschaft mit MEUSNIER verfassten Denkschriften, von welchem die letztere erst am 21. April 1784 gelesen wurde, demnach dürfte die Drucklegung sicher nicht

---

[1]) Mém. de l'Acad. Royale pour 1781 p. 21.

[2]) Vergl. ARAGO, Gedächtnisrede auf CARRITAT DE CONDORCET. ARAGO, Sämmtl. Werke Bd. II. p. 95.

[3]) GRIMAUX, LAVOISIER (L. 445) 1888 p. 143.

vor dem Juni 1784 stattgefunden haben, also etwa ein Jahr nach dem ersten Versuche vom 24. Juni 1783.

Neuerdings, d. h. viel später als die genannten Darstellungen der Geschichte dieser Entdeckung hat BERTHELOT das Protokoll der Sitzung der Akademie vom 25. Juni 1783, und zwar zum ersten Mal, bekannt gemacht. Dasselbe lautet: „Die Herren LAVOISIER und DE LAPLACE zeigen an, dass sie letzthin in Gegenwart mehrerer Mitglieder der Akademie die Verbrennung der mit dephlogistisierte Luft vermischten brennbaren Luft wiederholt haben; sie haben mit etwa 60 Pinten dieser Gase gearbeitet und wurde die Verbrennung in einem geschlossenen Gefässe vorgenommen. Das Resultat war sehr reines Wasser.“ [1])

Es heisst also auch hier, der Versuch wurde wiederholt. Da LAVOISIER zugestandener Massen vor dem 24. Juni noch keinerlei derartige Versuche angestellt hatte, kann sich das „Wiederholen“ nur auf die älteren Versuche von CAVENDISH und PRIESTLEY beziehen, und entgegengesetzt seiner Behauptung, dass er gleich am anderen Morgen nach seinem Versuche zum mindesten die wahrscheinliche Übereinstimmung des erhaltenen Gewichtes Wasser mit dem der verbrannten Gase ausgesprochen habe, wird hier von den Gewichtsverhältnissen gar nichts erwähnt. Wie gut stimmt das mit GIRTANNER's Mitteilung von den „sehr verwickelten Rechnungen“ überein, die eben am anderen Morgen noch nicht abgewickelt waren.

BERTHELOT bringt auch zum ersten Mal die Tagebücher LAVOISIER's selbst zum Abdruck. Wir haben dieselben genau auf alle Mitteilungen betreffend die Synthese des Wassers durchgesehen, doch sind dieselben gerade im 7. Bande, der den Titel trägt „Versuche über die Wärme u. a. vom 16. Dezember 1782 bis 14. April 1784. Erste Versuche über die Zersetzung des Wassers“ und über die Versuche berichten sollte, einigermassen in Unordnung geraten. Zwischen dem 52. und 53. Blatt klafft eine Lücke von fast einem Jahre, das erste berichtet über den 28. Februar 1783, das zweite über den 3. Februar 1784.

---

[1]) BERTHELOT, La révolution chimique 1890, (L. 447) p. 115.

Der achte Band der Laboratoriumstagebücher füllt dann diese Lücke aus; er trägt die übrigens nicht exakte Überschrift „25. März 1783 — Februar 1784", denn es wird auch über viel ältere, bis auf den 13. Oktober 1776 zurückgehende Arbeiten darin berichtet. Erst mit dem 21. resp. 29. Blatt beginnen die Versuche von Ende 1782 resp. Anfang 1783.

Blatt 63 ist überschrieben „v. 24. Juni". Dem ist offenbar später hinzugefügt „Wasser, seine Darstellung." Weiter ist darauf bemerkt: „Man hat in Gegenwart der Herren BLAGDEN (folgt ein unleserlicher Name), DE LAPLACE, VANDERMONDE, DE FOURCROY, MEUSNIER, LEGENDRE dephlogistisierte und brennbare Luft, welche aus dem Eisen durch Schwefelsäure gewonnen wurde,[1]) in einer Glocke verbunden u. s. w. Die gewonnene Menge Wasser kann man zu 3 Gros schätzen (évaluer). Man hätte erhalten sollen eine Unze, 1 Gros 12 Gran Wasser. Also muss man einen Verlust von $^2/_3$ der Luft annehmen, oder, dass ein Gewichtsverlust stattgefunden hat."[2])

Das folgende Blatt 64 fehlt, das Blatt 65 berichtet über Versuche vom 25. August. In demselben Bande befindet sich nichts mehr auf die Zusammensetzung des Wassers Bezügliches.

Der neunte Band bringt auf Blatt 70: „30. Dezember 1784 Préparation de l'expérience de la composition et décomposition de l'eau. Pesées."[3])

Der zehnte Band trägt den Titel: „Jahr 1785". Da findet sich auf Blatt 2: „Nous soussignés Commissaires de l'Académie (certifions) que le tableau ci-contre d'expériences faites pour connaître la capacité de la caisse A. N° 1 nous a été présenté avant l'expérience aujourd'hui, 27. février 1785 et que nous avons paraphé: BAILLY, SAGE, LAPLACE."

---

[1]) Es ist sehr bezeichnend, dass LAVOISIER sagt: „L'air inflammable tiré du fer par l'acide vitriolique." Wir finden hier noch eine vollständig phlogistische Anschauung. Die brennbare Luft, KIRWAN's Phlogiston, wird aus dem Eisen durch die Schwefelsäure gewonnen (tiré), es liegt also offenbar die Annahme vor, dass das Eisen dieselbe enthalten habe.

[2]) BERTHELOT, Révolution, p. 293.

[3]) a. a. O. p. 299.

Blatt 3—11: „Tables pour connaître les volumes d'air fournis par cette caisse."

Blatt 12—20: „Caisse B. N° 2."

Blatt 21: „Pesées préliminaires faites pour les expériences de la décomposition et recomposition de l'eau.

Signé: LAPLACE, BAILLY, SAGE, ROCHARD DE SAVON, MONGE.

Blatt 22: „Expérience de la décomposition de l'au faite le 27. février 1785.

Signé: LAPLACE, BAILLY, SAGE, LAVOISIER, MEUSNIER, CADET, D'HYONVAL, BERTHOLLET, ROCHARD DE SAVON, MONGE."

Blatt 23—31: „Seconde expérience le 28. février 1785.

Signé: ROCHARD, SAGE, CADET, LAPLACE, MONGE, BAILLY BERTHOLLET, LEGENDRE D'ARCET, D'HYONVAL; le 9. mars 1785." [1])

Dann findet sich nur noch einmal, im 13. Bande, eine auf die Zusammensetzung des Wassers bezügliche Notiz:

Blatt 59—60: „Tableaux préparés par les machines A. B, grandes et petites." Das vorhergehende Blatt trägt das Datum 25. Nov. 1788. Dazu macht BERTHELOT folgende Bemerkung: „Ces tableaux se rapportent sans doute à la recomposition de l'eau: ils ne répondent pas aux mêmes dates, que ce qui précède et ce qui suit; les tableaux ayant été transcrits vers la fin d'un Registre en laissant des pages blanches pour les descriptions ultérieures — de même, page 72 et 78 du Registre." [2])

Bei 72 und 78 schreibt BERTHELOT: „72 à 75 Expériences faites sur la machine A — mesures et graduation de l'appareil. 78. Expériences faites sur la machine B. suite 81, 82 v. jusqu'à 86." [3])

Noch an anderer Stelle, an der man der Überschrift nach keineswegs Notizen über die Zusammensetzung des Wassers erwarten sollte, nämlich in dem 20. Februar bis 28. August

[1]) BERTHELOT, Révolution, p. 300.
[2]) a. a. O. p. 309.
[3]) a. a. O. p. 310.

1773 datierten, ersten Bande, finden sich zwei Tabellen vom 1. Mai 1784 eingeschoben.

Die erste von diesen auf Blatt 5 ist überschrieben: „Quantités d'air inflammable en poids et en volume correspondantes à une quantité donnée d'air vital" und wird auf der Rückseite unter dem Titel „Suitte (sic) de la table de la composition de l'eau" fortgesetzt. Sie ist in folgender Weise eingeteilt:

Quantité d'eau.	Quantité en poids		Quantité en volume	
	d'air vital	d'air inflammable	d'air vital	d'air inflammable

Von diesen fünf Kolonnen sind nur die ersten drei ausgefüllt und geben für 1 Gran Wasser das Verhältnis von 0,8687 Lebensluft zu 0,131 inflammabler Luft an.

Blatt 6 bringt eine ähnliche Tabelle mit der Überschrift: „Table des quantités d'air inflammable contenues dans une quantité donnée d'eau." Hier sind auch die Volumverhältnisse angegeben und zwar zu 1057,44 Lebensluft und 2020,07 brennbarer Luft für eine Unze Wasser. [1])

Berthelot führt die Entstehung dieser Tabellen auf Versuche über die Zusammensetzung des Wassers, die in Gemeinschaft mit Meusnier ausgeführt worden sind, zurück, doch berechtigt die ganze Anlage derselben auch zu der Annahme, dass die erwähnten Zahlen aus blossen Berechnungen, die sich auf keinen bestimmten Versuch stützen, abgeleitet sind.

Lavoisier selbst erwähnt in seinen Werken an keiner Stelle Versuche, die er mit Meusnier am 1. Mai 1784 ausgeführt habe, und auch Berthelot hebt in dem Texte seiner „Révolution" bei der Besprechung von Lavoisier's Entdeckungen nur den Versuch vom Februar 1785 als massgebend für die Bestimmung der Gewichtsverhältnisse bei der Synthese des Wassers hervor. [2]) Es lässt auch ausserdem die erhebliche Abweichung der oben angeführten Zahlen von den als richtig geltenden nicht auf einen exakt ausgeführten Versuch schliessen, wenigstens nicht auf einen solchen, durch den die Überein-

---

[1]) Berthelot, Révolution, p. 230.

[2]) a. a. O. p. 119.

stimmung der Gewichte der angewandten Gase mit dem des erhaltenen Wassers deutlich nachgewiesen worden sei.

Mit Ausnahme dieser Tabellen im ersten Bande und der oben erwähnten Versuchsresultate in Bd. XIII p. 56—60 der Protokolle, die sich nach BERTHELOT auf die Zusammensetzung des Wassers beziehen sollen, finden sich nur Nachrichten über Versuche betreffs der Zersetzung des Wassers, und gerade die, aus dem Februar 1785, von denen LAVOISIER, wie wir gesehen haben, schreibt, „er habe die Versuche über die Zusammensetzung mit Herrn MEUSNIER im Februar 1785 vor einer Reihe von Akademikern ausgeführt", werden in den Protokollen als „Expériences sur la décomposition" bezeichnet.

Dass in dem ersten Protokoll aus den Registern der Akademie gar nichts von dem Gewicht des erhaltenen Wassers erwähnt wird, und LAVOISIER selbst in seinen häuslichen Aufzeichnungen schreibt: „Das Gewicht wurde geschätzt (évalué) auf 3 Gros", gewinnt gegenüber den späteren Darstellungen LAVOISIER's noch erheblich an Bedeutung, wenn wir bedenken, dass wenige Tage nach dieser Sitzung VANDERMONDE im Namen von MONGE in Mézières der Akademie den Brief vortrug, in welchem dieser mitteilt, dass er in einem ganz anders gearteten Apparat den gleichen Versuch angestellt habe, ein Apparat, den LAVOISIER selbst als den besseren bezeichnen musste,[1] und in diesem die Übereinstimmung der Gewichte habe feststellen können.

Und noch ein Letztes bleibt uns zu bemerken. Von der öffentlichen Vorlesung LAVOISIER's vom 12. November 1783 ist im Dezemberheft der „Observations sur la Physique" des Abbé ROZIER ein Auszug erschienen, in welchem es heisst:

1) „Die Versuche wurden angestellt, um die Versuche von CAVENDISH zu verifizieren.

2) Die bei der Verbrennung erhaltenen 5 Gros Wasser entsprachen ungefähr dem Gewicht der beiden vereinigten Luftarten.[2])

---

[1]) Observ. s. l. Phys. 1783, T. 23 p. 453.

[2]) In dem oben schon erwähnten Brief von LAPLACE an DE LUC heisst es: „Nous avons obtenu de cette manière plus de 2 1/2 gros d'eau

3) Nach diesem Versuch ist es schwer, den Gedanken zurückzuweisen, dass dabei künstlich Wasser dargestellt wurde, und dass infolgedessen die diese Flüssigkeit zusammensetzenden Bestandteile brennbare und dephlogistisierte Luft seien, abzüglich der Menge Feuer, welche bei der Verbrennung frei geworden ist."

„Immerhin," heisst es dann weiter, ehe er einen so weit von allen überlieferten Anschauungen abweichenden Schluss ziehen wolle, hat Herr LAVOISIER geglaubt, dass es nötig sei, erst noch mehr Beweise beizubringen, vor allem aber nachzuweisen, dass die aus der Zusammensetzung abzuleitenden Bestandteile des Wassers auch bei der Zersetzung desselben wieder aufgefunden werden könnten." [1])

Es werden dann die Versuche über die Zersetzung des Wassers beschrieben, und endlich heisst es: „Herr LAVOISIER endet seinen Bericht in folgender bescheidener Weise: Wenn auch die Zersetzung des Wassers in einer grossen Menge von künstlichen und natürlichen Vorgängen noch nicht völlig einwandfrei nachgewiesen ist, so ist sie doch in hohem Masse wahrscheinlich gemacht worden." [2])

LAVOISIER ist also von dem Versuche über die Zusammensetzung des Wassers abgesprungen, ehe es ihm gelungen ist, die Gewichtsverhältnisse vollkommen sicher festzustellen, sein Apparat reichte eben dazu nicht aus, und so ist er denn auch, wie wir gesehen haben, zuerst in seinen Schlüssen durchaus vorsichtig. Je mehr aber von anderen Seiten die Gewichtsverhältnisse mit Sicherheit als übereinstimmend gefunden werden, und je mehr seine Versuche über die Zersetzung des

---

pur", (Muirhead Correspondence, p. 41. KOPP, Beiträge III p. 271) während also LAPLACE nur von $2\frac{1}{2}$ Gros spricht, macht LAVOISIER in seinem Vortrage das Doppelte daraus. Dass dies thatsächlich als Resultat des mit LAPLACE zusammen angestellten Versuches angeführt wird, darüber kann nach der ganzen Art des Berichtes ein Zweifel nicht aufkommen. Hier sollen also die erhaltenen 5 Gros dem Gewichte der Gase entsprechen, und im häuslichen Protokoll heisst es, es hätten sein sollen „1 Unze 1 Gros 12 Gran", was etwa 9 Gros entspräche.

[1]) Observ. s. l. Phys. 1783 T. 22 p. 454.

[2]) a. a. O. p. 455.

Wassers mit den Voraussetzungen sich decken, um so kühner wird er in seinen Schlüssen, um so ruhiger behauptet er, auch er habe die Gewichtsverhältnisse mit Sicherheit bestimmt. Offenbar will er die Arbeit auch mit MEUSNIER in dem neuen Apparat noch einmal aufnehmen, jedoch er kommt nicht dazu;[1]) für seine Theorie ist aber die Thatsache zu wichtig, jeder wird von ihm verlangen, dass er sich persönlich von der Richtigkeit überzeugt, da nimmt er denn den Wunsch für die That und schreibt in seinem „Traité élémentaire", die Versuche habe er ausgeführt, die Einzelheiten werde er nächsthin veröffentlichen;[2]) das aber unterbleibt, und wir können mit GIRTANNER sicher schliessen, LAVOISIER hat niemals eine exakte Bestimmung der Gewichtsverhältnisse bei der Zusammensetzung des Wassers zum mindesten in einem einzigen Versuche ausgeführt.

---

[1]) GIRTANNER schreibt an CRELL: „Herr LAVOISIER ist Generalpächter und hat viele damit verbundene Geschäfte, darum hält der Zutritt zu ihm schwer, wie ich selbst erfuhr. Man sagt mir, er solle bei seinem grossen Vermögen und weniger Zeit viele seiner Versuche von anderen machen und ordnen lassen. (CRELL, Annal. 1886, Bd. I. p. 595.)

[2]) Oeuvres. T. I p. 857.

Verzeichnis

der

für die vorstehenden Abhandlungen benutzten Litteratur.

1669.

1. Becher, Joh. Joach. Actorum Laboratorii chymici Monacensis seu Physicae subterraneae Libri II. Frankofurt.

1675.

2. Becher, Joh. Joach. Supplementum in Physicam subterraneam. Frankofurt.

1671.

3. Fachs Modestin. Probierbüchlein, darin gründlicher Unterricht, wie man alle Metalle und derselben zugehörige metallische Erze und Getöchte ein jedes auf seine Eigenschaft und Metall recht probieren soll. Leipzig.

1715.

4. Stahl, Gg. Ernst. Opusculum Physico medicum. Halae, Magdeburgiae. Typis et impensis Orphanotrophei. (2. Aufl. 1740.)

1717.

5. Mariotte. Oeuvres de Mr. Mariotte à l'Academie Royale des Sciences. à Leide chez Pierre Van der Aa.

1731.

5a. Stahl, Gg. Ernst. Experimenta, Observationes, Animadversiones 300 Numero chymicae et physicae. Berolini apud Ambrosium Haude.

1766.

6. Baumé. Manuel de Chymie ou exposé des operations de la Chymie et de leurs produits. Paris chez La Combe.

1773.

7. Morveau. Précis de la doctrine de Mr. de Morveau sur le Phlogistique et observations sur cette doctrine Observ. s. l. Phys. T. II. p. 281—285.

1774.

8. Lavoisier, Antoine, Laur. Opuscules physiques et chymiques, Paris, als „Physikalisch chemische Schriften Lavoisier's" aus dem Französischen übersetzt von Chr. Ehrenfr. Weigel. Greifswald 1783 bei Fr. Roesse.

1775.

9. Baumé, Ant. Chimie expérimentale. Paris chez Didot. als „Erläuterte Experimentalchemie" aus dem Französischen übersetzt von Joh. Karl Gehler.
10. Priestley, Joseph. Experiments and observations on different kinds of air. London 1775—1777 bei J. Johnson; als „Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft" übersetzt von Chr. Ludwig. Wien u. Leipzig 1778 b. Rudolf Graeffer.

1776—1780.

11. Wallerius, Joh. Gottsch. Die physische Chemie. 2. Auflage durchgesehen und mit Anmerkungen versehen von Chr. E. Weigel. 1. Bd. aus dem Lateinischen übersetzt von Mangold, 2. Bd. aus dem Schwedischen von Weigel. Gotha b. Chr. Mevius.

1776.

12. Wiegleb, J. Chr. Neuer Begriff der Gährung und der ihr unterwürfigen Körper. Weimar.

1777.

13. Rey, Jean. Essays sur la recherche de la cause pour laquelle l'Estain et le Plomb augmentent de poids quand on les calcine. Nouvelle édition, revue sur l'exemplaire

original, et augmentée sur les manuscrits de la Bibliothèque du Roi et des Minimes de Paris, avec des Notes par M. Gobert. Paris chez Ruault.

14. Scheele, Carl Wilh. Chemische Abhandlung von der Luft und vom Feuer nebst einem Vorbericht von Torbern Bergmann. Upsala u. Leipzig b. Swederus.

1779.

15. Bergmann, Torbern. Anleitung zu Vorlesungen über die Beschaffenheit und den Nutzen der Chemie und die allgemeinen Verschiedenheiten natürlicher Körper. Stockholm u. Leipzig b. Magnus Swederus.
16. Démeste. Lettres du Docteur Démeste au Docteur Bernard. Paris chez Ruault, Cloussier, Didot.
17. Macquer, Pet. Jos. Dictionnaire de chimie. En Suisse chez les libraires associés.

1780.

18. Gmelin, J. Fr. Einleitung in die Chemie zum Gebrauche auf Universitäten. Nürnberg.
19. Wallerius, Joh. Gottschalk. Disputationum Academicarum fasciculus primus. Holmiae et Lipsiae b. Swederus.

1781.

20. Kirwan, Richard. Versuche und Beobachtungen über die spezifische Schwere und die Anziehungskraft verschiedener Salzarten und über die neuentdeckte Natur des Phlogiston. In's Deutsche übersetzt von Dr. Lorenz v. Crell. Berlin u. Stettin b. Fr. Nikolai 1783. Im Auszug enthalten in Crell N. Entd. in d. Chem. Tl. 9 p. 94.
21. Leonhardi, Joh. Gottfr. Pet. Jos. Macquer's Chymisches Wörterbuch oder allgemeine Begriffe der Chemie nach alphabetischer Ordnung. Aus dem Französischen nach der zweiten Auflage übersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen vermehrt. Leipzig bei M. G. Weidmanns Erben und Reich (2. Auflage 1788).
22. De Machy. Recueil de dissertations Physico-chymiques

présentées à differentes Academies. Paris chez Nyon l'aîné et Barrois.

23. Pfingsten, J. H. Bibliothek ausländischer Chemisten. Nürnberg.
24. Wiegleb, Joh. Christ. Handbuch der allgemeinen Chemie (Neue Auflagen 1786 u. 1796). Wien u. Stettin bei Friedr. Nicolai.

1782.

25. Bergmann, Torbern. Kleine physisch-chemische Werke. Aus dem Lateinischen übersetzt von Heinr. Tabor. Frankfurt a. M. b. Joh. Gottl. Garbe.
26. Cavallo, Tibere. A treatice on the nature and properties of air. London by Dilly.
27. Elliot. Elements of the Branches of Natural Philosophy connected with Medecine. London.
28. De Morveau. Mémoire sur les dénominations chymiques, la nécessité d'en perfectionner le système et les règles pour y parvenir. Observ. s. l. Phys. 1782. T. 19 p. 370—382.

1783.

29. Baumer, J. W. Fundamenta chemiae theoretico-practicae posita. Giessae.
30. Dalberg. Neue chemische Versuche, um die Aufgabe aufzulösen, ob sich das Wasser in Erde verwandeln lasse. Erfurt bei Gg. Ad. Keyser.
31. De la Métherie. Extrait d'un Mémoire lu par Mr. Lavoisier sur la nature de l'eau. Observ. s. l. Phys. T. 22. p. 452—454.
32. Monge. Mémoire sur le résultat de l'inflammation du gaz inflammable et de l'air dephlogistiqué dans des vaisseaux clos. Mém. de l'Acad. d. sc. année 1783 (Paris 1786) p. 78—88.
33. Morozzo. Lettre à Mr. Macquer sur la décomposition du gaz méphitique et du gaz nitreux. Turin. Deutsche Übersetzung bei Dan. Chr. Franzen u. Grosse. Stendal.
34. Spielmann, Jac. Reinbold. Chemischer Begriff und Er-

fahrungen. Nach den lateinischen Institutiones Chemiae (1763) übersetzt von J. H. Pfingsten nebst Anmerkungen von Cadet d. Jüng. Dresden, Walther'sche Hofbuchhandlung.

35. Wiegleb, Joh. Christ. Brief. Crell, N. Entd. in d. Chem. Bd. 12 p. 158—159.

1784.

36. Abich. Versuche über die Gewichtszunahme der Metalle durch das Verkalken und die daraus zu bereitenden Farben. Crell, Annal. Bd. I. p. 399—410 und 500—512.

37. Bergmann, Torb. Brief. Crell, Annal., Bd. I, p. 39.

38. — Über die Erforschung der Schwere des Feuers. Crell, Annal., Bd. I. p. 93—95.

39. Brugnatelli. Chemische Untersuchung über das phlogistisierte Laugensalz. Crell, Annal., Bd. I. p. 197—207 u. 304—310.

40. Crell, Lorenz v. Chemische Neuigkeiten. Crell, Annal., Bd. I, p. 95.

41. Erxleben, Joh. Chr. Polycarp. Anfangsgründe der Chemie. 2. Auflage mit Anmerkungen von Wiegleb und Wasserberg. Wien b. J. Fr. Edlen v. Trattnern.

42. Fontana. Über Licht, Flamme und brennbares Wesen. Memorie di mathematica. T. I, p. 104—110. Crell, Annal., Bd. I. p 240.

43. Fourcroy, A. F. Mémoires et Observations de Chimie. Paris chez Cuchet.

44. — Essai sur une nouvelle théorie propre à expliquer le phénomène de la combustion, de la calcination, de la décomposition et recomposition de l'eau et des acides. Mémoires et Observations de Chimie. T. III.

45. Gadolin. Versuche und Bemerkungen über die unbedingte Wärme der Körper. Crell, Annal. 1786, Bd. I. p. 263—275; 340—350. K. Acad. N. Handl. for Man. Jul., Aug., Sept. 1784 p. 218—236.

46. Gmelin, J. Fr. Über die neuen Entdeckungen in der Lehre der Luft. Berlin b. Joachim Pauli.

47. Goettling. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 238.
48. Kirwan, Rich. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 36—38.
49. — Brief. Crell, Annal., Bd. I. p. 151—154.
50. Kratzenstein. Brief. Crell, N. Entd. in d. Chem. Tl. 12 p. 151.
51. Landriani. Briefe. Crell, Annal., Bd. I. p. 234—235; Bd. II. p. 37—38.
52. Luzuriaga. Mémoire sur la décomposition de l'air atmosphérique par le Plomb. Observ. s. l. Phys. T. 25 p. 252.
53. Sage. Mémoire sur l'effet de l'air inflammable sur les corps organisés Mém. de l'Acad. d. sc. année 1784. p. 287.
54. Scheele, K. W. Briefe. Crell, Annal., Bd. I, p. 123 bis 128 u. 328—329.
55. Schraud. Brief. Crell, Annal., Bd. II. p. 330—333.
56. Senebier. Recherches analytiques sur la nature de l'air inflammable. Genève chez Chirol.
57. Wiegleb, J. Chr. Brief. Crell, N. Entd. in d. Chem. Tl. 12, p. 159.
58. — Lehrbegriffe vom Phlogiston auf neue Versuche begründet. Crell, Annal. Bd. I. p. 207—229.
59. Scopoli u. Volta. Abhandlung über die Wärme. Crell, N. Entd. in d. Chem. Tl. 12 p. 13.

1785.

60. Achard. Versuche, um die Umstände zu bestimmen, unter welchen Luft hervorgebracht wird, wenn man Wasser als Flüssigkeit, oder als elastischen Dampf mit verschiedenen rot geglühten Körpern in Verbindung bringt. Crell, Annal., Bd. I. p. 304—324; 387—392; 522—529.
61. Berthollet. Über die entbrennbarte Kochsalzsäure. Mém. de l'Acad. d. sc. année 1785 p. 276—295. Auszug hiervon Crell, Annal. 1790, Bd. II. p. 444—465.
62. Blagden. Brief. Crell, Annal. 1786, Bd. I. p. 161—162.
63. Bucholz. Brief. Crell, Annal., Bd. II. p. 337—339.
64. Crell, Lorenz v. Über die Erscheinung des Wassers nach der Verbrennung der entzündlichen und Feuerluft

und über verwandte Gegenstände. Crell. Annal. Bd. I p. 47—56.

65. Cavendish. Experiments on air. Philosophical Transactions for the year 1784. Vol. 74 p. 119—153 u. 1785 Vol. 75 p. 372—384, übersetzt Crell. Annal. Bd. I. p. 324—346.

66. Fontana. Extrait d'expériences faites sur la décomposition de l'eau. Observ. s. l. Phys. T. 27. Sept. p. 228.

67. — Memorie di matematica et fisica della societa italiana. T. I. Crell, Annal., Bd. II. p. 145—172.

68. Fourcroy, A. F. Chemische Beobachtungen und Versuche. Aus dem Französischen übersetzt von E. B. G. Hebenstreit, Leipzig.

69. Höpfner. Brief. Crell, Annal., Bd. I. p. 65—67.

70. Jacquin, Nic. Jos. v. Anfangsgründe der medizinisch-praktischen Chemie. Wien bei Wappler.

71. Hawkins. Brief, Crell, Annal., Bd. II. p. 340.

72. Karsten. Kurzer Entwurf der Naturwissenschaften, vornehmlich des chemisch-mineralogischen Teiles. Halle bei Renger.

73. Kirwan, Rich. Briefe. Crell, Annal., Bd. II. p. 335—337 u. 437.

74. Landriani. Brief. Crell, Annal., Bd. I. p. 545—546.

75. De la Métherie. Essai analytique sur l'air pur et les differentes espèces d'air. Paris. Recension Crell, Annal. 1786, Bd. II. p. 92—96 u. 174—176.

76. — Note. Observ. s. l. Phys. T. 27. Sept. p. 187.

77. Priestley. Expériences et observations relatives à l'air et à l'eau. Observ. s. l. Phys. T. 27 p. 167 ff.

78. Scheele, K. W. Neuere Bemerkungen über Luft und Feuer und die Wassererzeugung. Crell, Annal., Bd. I. p. 229—238.

79. — Brief. Crell, Annal., Bd. I. p. 153—155.

80. Scherer, Joh. Andr. Geschichte der Luftgüteprüfungslehre für Ärzte und Naturforscher. Wien bei Chr. Fr. Wappler.

81. Scopoli. Brief. Crell, Annal., Bd. II. p. 339.

82. Sigaud de la Fond. Essai sur différentes espèces d'air fixe ou de gaz. Nouvelle édition revue et augmentée par M. Rouland. Paris chez Geuffler.
83. Testa. Chimico preliminare. Napoli.
84. Suckow, G. A. Beobachtung über verschiedene Luftarten. Crell, Annal., B. I. p. 99.
85. Westrumb. Chemische Versuche über die Verwandlung des Wassers in Luft. Crell, Annal., Bd. II. p. 499—502.
86. van Marum. Déscription d'une très grande machine électrique placée dans le Museum de Teyler à Haarlem et des expériments faites par le moyen de cette machine. Haarlem chez Jean Enschedé et fils et Jean van Warlé Bd. I. 1785, Bd. II. 1787.

1786.

87. Adet. Lettre à Mrs. Ingen-Housz. Observ. s. l. Phys. Tome 28. p. 436.
87a. D'Arcet Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 425.
88. Baader, Fr. Xaver. Vom Wärmestoff, seiner Verteilung, Bindung und Entbindung, vorzüglich beim Brennen der Körper. Wien und Leipzig bei Joh. Paul Krauss.
89. Berthollet. Lettre à Mr. de la Métherie sur la décomposition de l'eau. Observ. s. l. Phys. T. 29. p. 138 bis 139.
90. Fourcroy. Éléments d'histoire naturelle et de chimie. Paris chez Cuchet (erste Aufl. 1781; 2. Aufl. 1786; 3. Aufl. 1789; 4. Aufl. 1790; 5. Aufl. 1793).
91. Georgi. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 233—234.
92. Girtanner. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 522—525.
93. Gmelin, Joh. Friedr. Grundsätze der technischen Chemie. Halle, Recension Crell, Annal. 1787 Bd. I. p. 564—566.
94. Gren. Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 516—517.
95. Hagen, Carl Gottfr. Grundriss der Experimentalchemie zum Gebrauch bei dem Vortrage. Königsberg. (2. Aufl. 1790.)

96. Hermbstaedt. Vom Braunstein als der reichsten und besten Quelle der zu bereitenden Lebensluft. Crell, Annal. I. p. 316—318.

97. — Physikalisch chemische Versuche und Beobachtungen. Berlin bei Fr. Vieweg.

98. — Briefe. Crell, Annal. Bd. II. p. 50—53; 152—154.

99. Ingenhouzs. Über die dephlogistisierte Luft. Crell, Annal. Bd. II. p. 340—368.

100. Kirwan. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 162.

101. Klaproth. Über die abgeleugnete Erzeugung der brennbaren Luft aus Wasserdämpfen und Eisen. Crell, Annal. Bd. I. p. 202—204.

102. Landriani. Brief Crell Annal. Bd. II. p. 140—141.

103. De la Métherie. Réflexions sur la lettre précédante (L 89.) de Mr. Berthollet. Observ. s. l. Phys. T. 29 p. 140—142.

104. — Note. Observ. s. l. Phys. T. 28. p. 315.

105. — Réflexions sur la lettre de Mr. Adet relativement à la décomposition de l'eau. Observ. s. l. Phys. T. 28 p. 442.

106. — Briefe. Crell, Annal. Bd. I. p. 515—518 und Bd. II. p. 430—431.

107. Morveau, Maret et Duhamel. Encyclopédie méthodique. Chimie Pharmacie et Metallurgie. Paris chez Panckoucke.

108. Para. Théorie des nouvelles découvertes en genre de Physique et de Chimie, pour servir de supplement à la théorie des êtres sensibles, ou au cours complet et concours élémentaire de physique, à Paris chez Didor. Crell, Annal. 1788 Bd. I. p. 191.

109. Schurer. Éléments de Physique. Strasbourg à la librairie académique.

110. Scopoli. Gedanken über das Phlogiston. Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. 1786 Bd. I. St. IV p. 3—9.

111. Tondi. Instituzioni di chimica per servire ad un corso d'operazioni, appartenenti alla medesina. Napoli. Recens. Crell, Annal. 1788 Bd. I. p. 566.

112. WATSON. Chemical essays. Cambridge. Crell, Annal. 1788 Bd. I. p. 279.
113. WATT. Gedanken über die Bestandteile des Wassers und der dephlogistisierten Luft. Crell, Annal. Bd. I. p. 23—37 und 136—150.
114. WESTRUMB. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 526—527.

1787.

115. BERLINGHIERI. Esame della teoria del calore del celebre Inglese Crawford con alcune congettere sopra la medesina materia. Pisa bei Ran Prosper.
116. BLAGDEN. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 431.
117. DOLLFUSS. Briefe. Crell, Annal. Bd. II. p. 60—61 u. 160—163.
118. FOURCROY. Bibliothèque universelle des dames. Principes de Chimie. Paris chez Cuchet.
119. FUCHS, G. F. CHR. Chymischer Lehrbegriff nach Spielmanns Grundsätzen ausgearbeitet und mit den neuesten Erfahrungen bereichert. Leipzig. Recens. Crell, Annal. Bd. II. p. 540—543.
120. GADOLIN. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 335—336.
121. GREN. Bemerkungen über das Phlogiston. Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. Bd. II. p. 53—62, 296—330, 425—444; Bd. III p. 229—250.
122. — Versuche und Beobachtungen über die Entstehung der fixen und phlogistisierten Luft. Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. Bd. II. p. 296—330; 425—444.
123. HASSENFRATZ. Bemerkungen über metallische Säuren. Crell, Annal. I. p. 336—337.
124. — Über Berthollet's Salz aus dephlogistisierter Salzsäure und Potasche. Crell, Annal. Bd. II. p. 57—58.
125. HERMBSTAEDT. Bemerkungen über die Bestandteile des Braunsteins und seine Wirkung gegen brennstoffhaltige Körper. Crell, Annal. Bd. I. p. 198—202; 296—303
126. — Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 339—340.
127. KIRWAN. Briefe. Crell, Annal. Bd. I. p. 48; 534; Bd. II. p. 56; 156—157.
128. — Versuch über das Phlogiston. Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. 1788 Bd. III. p. 131—228.

129. Landriani. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 149—150.
130. Lavoisier, Berthollet et de Fourcroy. Bericht über: „Die chemischen Zeichen der Herren Hassenfratz und Adet"; erstattet der k. Akademie der Wissenschaften am 27. Januar 1787; deutsch übersetzt in: System der chemischen Zeichen für die antiphlogistische Chemie und ihre Nomenklatur von G. Hassenfratz und Adet, herausgegeben von Karl Frhr. v. Meidinger. Wien bei Chr. F. Wappler 1793 p. 59—90.
131. Marchand, Ant. Über Phlogiston, elektrische Materie, Licht, Luft, und die unmittelbare Ursache der Bewegung. Mannheim, bei Schwan und Götz.
132. Marne, N. H. Über Feuer, Licht und Wärme. Berlin und Leipzig, bei Gg. Jac. Decker.
133. De la Métherie. Extrait de: Méthode de nomenclature chimique proposée par M. M. de Morveau, Lavoisier, Berthollet et de Fourcroy, On y a joint un nouveau système de caractères chimiques adaptés à cette nomenclature par M. Hassenfratz et Adet. Observ. s. l. Phys. T. 31. p. 210—219; 270—285.
134. — Briefe. Crell, Annal. Bd. I. p. 532—533 und Bd. II. p. 332—333; 522.
135. Morveau. Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 156—157.
136. — Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 54—55.
137. Senebier. Doutes sur quelques inconvenients attribués par Mrs. Lavoisier à l'emploi du Phlogistique pour l'explication des phénomènes de la nature dans les Réflexions sur le Phlogistique. Observ. s. l. Phys. T. 30 p. 93—99.
138. Sigaud de la Fond. Éléments de Physique théoretique et expérimentale. Seconde édition revue et augmentée par M. Rouland. Paris chez Gueffier.
139. Westrumb. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 248—250.
140. — Über die Natur der brennbaren Luft in Rücksicht auf G. Senebiers Schrift über diesen Gegenstand. Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. Bd. II. p. 81—113; 165—188.

1788.

141. Blagden. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 47—50.

142. BUCHOLZ. Bemerkung. Crell, Beiträge z. d. ch. Annal Bd. III. p. 474—475.
143. CRAWFORD, ADAIR. Experiments and observations on animal heat and the inflammation of combustible bodies being an attempt to resolve these phenomens into a general of nature. 2. Aufl. London. Crell, Annal. Bd. II p. 87—89 und 1789 Bd. II p. 276—279.
144. DOLLFUSS. Briefe. Crell, Annal. Bd. II. p. 51—53 u. 329—333; 510.
145. FOURCROY. Sur la combustion de plusieurs corps dans le gaz acide muriatique oxygéné. Ann. d. Chim. 1789. T. IV. p. 249—260.
146. — Handbuch der Naturgeschichte und der Chemie mit erläuternden Anmerkungen und einer Vorrede versehen von Joh. Chr. Wiegleb, ins Deutsche übersetzt von Ph. Loos. 1788—1791.
147. GADOLIN. Einige Bemerkungen über die Natur des Phlogistons. Crell, Annal. Bd. I. p. 3—17.
148. — Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 415—419.
149. HERMBSTAEDT. Bibliothek der neuesten physikalischen, chemischen, metallurgischen und pharmaceutischen Litteratur. Berlin b. Aug. Mylius. 1788—1790. 3 Bd.
150. LOWITZ. Neue Beweise der starken Verwandtschaft der Kohlen zu dem Brennbaren. Crell, Annal. Bd. II. p. 36 bis 41; 131—134.
151. DE LA MÉTHERIE. Briefe. Crell, Annal. a) Bd. I. p. 143—144. b) Bd. II. p. 139—140.
152. MORVEAU. Nachricht von einigen vorzüglichen Versuchen, welche von Herrn De Morveau in den öffentlichen chemischen Vorlesungen der Akademie zu Dijon angestellt wurden. Crell, Annal. Bd. II. p. 118—131.
153. PEART, E. The generation of animal heat investigated with an introduction, in which is an attempt, to point out and ascertain the elementary principles and fundamental laws of the nature and apply them to the explanation of some of the most interesting operations and stricking appearances of Chemistry. Gainsbrough.

154. SAGE. Brief Observ. s. l. Phys. T. 33. p. 478—479.
155. TROMMSDORFF. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 331—332.
156. v. TROOSTWIJK u. DEIMANN. Über die verschiedenen Arten von Luft. Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. Bd. III. p. 3—111.
157. WEIGEL, CHR. EHRENFR. Einleitung zur allgemeinen Scheidekunst. Leipzig b. J. L. Crusius.
158. WESTRUMB. Kleine physikalisch-chemische Abhandlungen. Leipzig b. Joh. Gottfr. Müller.
159. WILKE. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 414.
159a. DE LA MÉTHERIE. Essay analytique sur l'air pur et les differentes espèces d'air II. Edition. Paris, chez Cuchet.

1789.

160. ANONYM. 5 Briefe. Observ. s. l. Phys. T. 35. p. 75—76.
161. — La teoria del calore. Florenz b. Tafani u. Comp. Recension. Crell, Annal. 1791. Bd. I. p. 92—94.
162. BATSCH AUG. JOH. Erste Grundzüge der systematischen Chemie. Jena.
163. BAUMÉ. Observations sur les expériences faites pour prouver la décomposition et la recomposition de l'eau. Mém. de l'Acad. année 1789. p. 88.
164. BEDDOES. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 31—33.
165. BERLINGHIERI. Mémoire sur la chaleur. Observ. s. l. Phys. T. 35. p. 113—121.
166. — Mémoire sur la nature du feu et du Phlogistique. Observ. s. l. Phys. T. 35. p. 433—441.
167. E * * * in Paris. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 519.
168. GADOLIN. Einige Bemerkungen über die neue chemische Kunstsprache. Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. Bd. IV. p. 77—89.
169. HASSENFRATZ. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 137—138.
170. — Observations sur le gaz hydrogène. Ann. d. Chim. T. I. p. 192—194.
171. — Observations relatives à un mémoire de Mr. Berlinghieri. Ann. d. Chim. T. III. p. 262—265.
172. HERMBSTAEDT, SIGISM. FRDR. Versuche und Beobachtungen. Berlin bei Vieweg Bd. II.

173. Hjelm. Untersuchung der Menge von Feuerluft, welche der Braunstein giebt, wenn er für sich allein oder mit anderen Stoffen versetzt geglüht wird. Crell, Annal. 1791. Bd. I. p. 80—88; 165—179. Auszug aus Kon. Vetenskaps Akademiens Nya Handlingar for Man. Jul., Aug., Sept. 1789.
174. Hoffmann, C. A. Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 225 bis 226.
175. Keir. Mémoire sur l'acide nitreux. Observ. s. l. Phys. T. 34. p. 142—151.
176. Kirwan. Briefe. Crell, Annal. a) Bd. I. p. 198—202. b) Bd. II. p. 220—221.
177. Lavoisier. Réflexions sur la décomposition de l'eau par les substances végétales et animales. Observ. s. l. Phys. T. 34. p. 460—471.
178. — Traité élémentaire de Chimie présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes. Paris chez Cuchet. Crell, Annal. Bd. II. p. 94—95.
179. Lorenz, F. A. Chemisch physikalische Untersuchung des Feuers. Kopenhagen u. Leipzig b. Faber u. Nitschke.
180. De la Métherie. Discours préliminaire. Observ. s. l. Phys. T. 34. p. 22—40.
181. — Extrait du Traité élémentaire de chimie de Mr. Lavoisier. Observ. s. l. Phys. T. 34. p. 304—318.
182. — Briefe. Crell, Annal. a) Bd. II. p. 45—46. b) p. 317 bis 318.
183. Monnet. Dissertation et expériences relatives aux principes de la Chimie pneumatique, ou à la théorie des chimistes pneumatistes, pour servir de supplément au traité de la dissolution des métaux. Mém. de l'Acad. Royale d. sc. à Turin. Année. 1788—1789. p. 123 bis 205.
184. Morveau. Von dem Einfluss, welchen die verschiedenen Stufen der Wärme auf die chemischen Verwandtschaften haben. Crell, Annal. 1790 Bd. I. p. 435—450. Übers. aus Ken. Vetenskaps. Acad. Nya Handl. f. ar. 1789. p. 22—39.

185. Nahuys, A. P. Dissertatio chemica de Aquae origine ex basibus aëris puri et inflammabilis secum invicem combinatis. Trajecti ad Rhenum apud Abrahamum v. Paddenburg.
186. Peart, E. A. On the elementary principles of nature and the simple laws by which they are governed. Gainsbrough.
187. Priestley. Einwürfe gegen die Versuche und Beobachtungen, den Grundstoff der Säuren, die Zusammensetzung des Wassers und des brennbaren Wesens betreffend. Crell, Annal. 1795. Bd. I. p. 448—463.
188. Sage. Briefe. Observ. s. l. Phys. T. 34. a) p. 66—67, b) 138—142.
189. Schurer, Fr. Ludw. Historia praecipuorum experimentorum circa analysin chemicam aëris atmosphaerici usumque principiorum eius in componendis diversis naturae corporibus. Argent. Crell, Annal. Bd. I. p. 476.
190. Senebier. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 226—227.
191. Suckow, Gg. Adolf. Anfangsgründe der theoretischen und technischen Chemie. 2. Aufl. Leipzig. Recension. Crell, Annal. 1790, Bd. I. p. 368—370.
192. Troostwijk und Deimann. Lettre à M. de la Métherie sur une manière à décomposer l'eau en air inflammable et en air vital. Observ. s. l. Phys. T. 35 p. 369—378.
193. Westrumb. Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 430—431.
194. Zimmermann, E. A. W. Neuere Versuche über die Bestandteile und die Zerlegung des Wassers. Crell, Annal. Bd. I. p. 3—6.
195. Higgins. A comparativ view of the phlogistic and antiphlogistic theories. Recension in Monthley Review 1789. p. 197 und Gren, Journ. d. Phys. 1790. Bd. I. p. 348—354.

1790.

196. Achard. Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 47—48.
197. Adet. Über Kirwans Versuch über das Phlogiston. Ann. de Chim. T. VII. p. 194. Crell, Annal. 1794 Bd. I. p. 252—253.

198. Berthollet. Considérations sur les expériences de Mr. Priestley relatives à la composition de l'eau, et sur un article du nouveau Dictionnaire de Chimie de M. Keir. Ann. de Chim. T. III. p. 63—114.

199. Dollfuss. Neuere Resultate über die Entzündung der gemischten brennbaren und Lebensluft. Crell, Annal. Bd. I. p. 202—206.

200. Gadolin. Allgemeine Anmerkungen über die Wirkung der Wärme auf die chemischen Körper. Kon. Vet. Acad. Nya Handl. for ar 1790 p. 97—106, abgedruckt in Crell, Annal. 1791 Bd. I. p. 448—459.

201. Giobert. Chemische Untersuchung der Lehre vom Brennstoff und der Lehre seiner Gegner in Beziehung auf die Natur des Wassers. Mém. de l'Acad. d. sc. de Turin. Bd. V., Jahrg. 1790—91 p. 299—342. Crell. Annal. 1795. Bd. II. 356—384.

202. Gren. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 432—433.

203. — Letzte Erklärung über die negative Schwere des Phlogiston. Gren. Journ. der Phys. Bd. II. p. 200.

204. — Prüfung der neueren Theorien über Feuer, Wärme, Brennstoff und Luft. Gren. Journ. der Phys. Bd. II. p. 295—325, Bd. III. p. 437—492.

205. Hassenfratz. Bemerkungen über die brennbare Luft. Ann. d. Chim. T. I. p. 192. Crell, Beiträge z. d. ch. Ann. Bd. IV. p. 233—234.

206. — Bemerkungen über eine Abhandlung des Herrn Berlinghieri, Ann. d. Chim. T. II. p. 202. Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. Bd. IV. p. 478—480.

207. Hermbstaedt. Brief. Crell, Beiträge z. d. ch. Ann. Bd. IV. p. 439—441.

208. Hindenburg. — Oratio. — Ostenditur calorem et phlogiston non esse materias absolute levas Sept. 1790 Lipsiae ex officina Klaubarthia.

209. Hopson. Briefe. a) Crell, Annal. Bd. II. p. 420—421, b) Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. Bd. IV. p. 443.

210. Kirwan. Briefe. Crell. Annal. a) Bd. I. p. 335—336, b) 504—506, c) Bd. II. p. 322—323.

211. Lavoisier, Brisson, Meusnier, Laplace. Rapport. Ann. d. Chim. T. VII. p. 257—262.
212. Link, H. F. Einige Bemerkungen über das Phlogiston. Göttingen. Crell, Annal. Bd. II. p. 473—478.
213. De Luc. Briefe. Gren, Journ. der Phys. 1790 Bd. II.: a) p. 252—268; b) 402—429; 1791 Bd. III.: c) 132—159; d) 287—317.
214. De la Méthiere. Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 49 bis 50.
215. Morveau. Brief. Crell, Annal, Bd. I. p. 255.
216. Pelletier. Mémoire sur le phosphore dans lequel il est traité de sa combinaison avec le soufre. Ann. de Chim. T. IV. p. 1—14. Crell, Beiträge z. d. ch. Annal. Bd. V. p. 95—103.
217. Priestley. Brief an G. J. L. Macie in London. Crell, Annal. Bd. II. p. 235—236.
218. — Neuere Resultate von der Entzündung der gemischten brennbaren und Lebensluft, berichtet von Dollfuss. Crell, Annal. Bd. I. p. 201—206.
219. Schurer, Fr. Ludw. Synthesis oxygenii experimentis conformata. Strassburg. Crell, Annal., Bd. II. p. 269 bis 270.
220. Suckow. Briefe. Crell, a) Beiträge z. d. ch. Annal. Bd. IV. p. 436—438; b) Annal. Bd. I. p. 368—371.
221. Westrumb. Einige Bemerkungen über einige merkwürdige Erscheinungen durch dephlogistisierte Salzsäure. Crell, Annal., Bd. I. p. 3—21; 109—129.
222. — Briefe. Crell, Annal. Bd. II. a) p. 45—47; b) p. 239 bis 240; c) p. 521—524.
223. Wiegleb, J. Chr. Geschichte des Wachstums und der Erfindungen in der neueren Zeit. Bd. II. von 1751 bis 1790 (1790—1791). Berlin u. Stettin.
224. Wilkens, H. D. Aufsätze mathematischen, physikalischen, chemischen Inhalts. Göttingen bei Joh. Chr. Dietrich.
225. Karsten, Wencels. Joh. Gust. Anfangsgründe der Naturlehre, mit Anmerkungen vermehrt herausgegeben von Dr. Carl Friedr. Albr. Gren. 2. Aufl. Halle bei Renger.

1791.

226. Austin. Versuche über die Zerlegung der schweren brennbaren Luft. Crell, Annal., Bd. I. p. 417—424.

227. Berthollet. Observations sur le nouveau Dictionnaire de Chimie de M. Keir. Ann. d. Chim. T. X. p. 131 bis 147.

228. Black. Brief an Lavoisier, abgedruckt in Fourcroy Éléments de Chimie. Aufl. V. 1793, T. I. p. XI bis XIII.

229. Born. Beantwortung einiger Entwürfe über die Metallisation der einfachen Erden. Crell, Annal., Bd. I. p. 387 bis 389.

230. — Neuere Nachrichten über die Metallisation der alkalischen Erden und deren Erweis gegen die geäusserten Widersprüche. Crell, Annal., Bd. I. p. 3—10; 99—100.

231. Chaptal, J. A. Anfangsgründe der Chemie. Aus dem Französischen übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Fr. Wolff; mit einer Vorrede von Hermbstaedt. Königsberg.

232. Crell, Lorenz v. Über die Notwendigkeit einer chemisch-technischen Sprachveränderung und ihre Gesetze. Crell, Annal., Bd. I. p. 225—239; 327—341.

233. Girtanner, Christoph. Neue chemische Nomenklatur für die deutsche Sprache. Berlin bei Joh. Friedr. Unger.

234. — Über die Irritabilität als Lebensprinzip in der organischen Natur. Gren, Journ. der Phys. Bd. III. p. 317 bis 352 und 507—537.

235. Gren. Über die fünfte Auflage von Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre mit Zusätzen von G. C. Lichtenberg. Gren, Journ. der Phys., Bd. IV. p. 142—144.

236. — Etwas zur Verteidigung gegen Hrn. Berthollet. Gren, Journ. der Phys. Bd. V. p. 274—276.

237. — Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 56—57.

238. Hassenfratz. Über die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlen- und Wasserstoff des Blutes. Annal. de Chim. T. IX. p. 261—264.

239. — Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 348—349.

240. HERMBSTAEDT. Systematischer Grundriss der allgemeinen Experimentalchemie. Berlin bei Aug. Rottmann.
241. KELS, HEINR. WILH. Vollständiges praktisches Hand buch der Chemie in alphabetischer Ordnung unter Aufsicht und mit einer Vorrede von J. Fr. Gmelin. Ulm.
242. KIRWAN. Briefe. Crell, Annal., a) Bd. I. p. 425—426; b) Bd. II. p. 349.
243. — Über die Regeln des Raisonnements in der Naturlehre. Crell, Annal. Bd. II. p. 3—13; 103—117.
244. — Brief an Berthollet vom 26. Jan. 1791, abgedruckt in Fourcroy Éléments de Chimie. Aufl. V. 1793, T. I. p. XI.
245. KLAPROTH. Über die vorgegebene Reduktion der einfachen Erden. Crell, Annal., Bd. I. p. 119—137.
246. — Brief. Crell, Annal. Bd. I. 243—244.
247. — Berichtigung über die vermeintliche Reduktion der Erden. Crell, Annal. Bd. I. p. 490—494.
248. MAYER, JOH. TOB. Über die Gesetze und Modifikationen des Wärmestoffes. Erlangen bei Joh. Jac. Palm.
249. — Brief. Gren, Journ. der Phys., Bd. IV. p. 374—406.
250. DE LA MÉTHERIE. Über die reine Luft, verwandte Luftarten und Stoffe. Crell, Annal. 1792, Bd. I. p. 475—476.
251. DE MORVEAU, LAVOISIER, LAPLACE, MONGE, BERTHOLLET ET FOURCROY. Antiphlogistische Anmerkungen zu Kirwan's Abhandlung über das Phlogiston nebst H. Kirwan's Gegenerinnerung und G. Adet's Beantwortung derselben. Aus dem Französischen und Englischen übersetzt von Dr. Wolf. Berlin. Crell, Annal. 1793. Bd. II. p. 268—269.
252. OSKAMP, Th. L. Disquisitio chemico medica, de calcinatione metallorum per aquae analysin eorumque per eiusdem synthesin reductione. Marburg. Crell, Annal. 1792. Bd. I. p. 94.
253. RICHTER, J. B. Über die neueren Gegenstände der Chemie. Breslau u. Hirschberg. 1791—1802 b. Joh. Fr. Korn d. Ält.
254. WEBER, JOS. Physische Chemie. Landshut b. Ant. Weber. 1. Aufl. (2. Aufl. 1798).

255. WESTRUMB. Briefe. Gren, Journ. der Phys. a) Bd. IV. p. 195—196. b) Bd. V. p. 44—48.
256. — Briefe. Crell, Annal. Bd. I.: a) p. 54—58. b) p. 61 bis 62. c) p. 101—103. d) p. 157—161. e) p. 202—207; f) p. 346—348. Bd. II.: g) p. 57—59. h) p. 150.
257. — Geschichte der neuentdeckten Metallisierung der einfachen Erden. Hannover. Crell, Annal. Bd. I. p. 560 bis 562.
258. WIEGLEB. Beweisgründe des geläuterten Stahl'schen Lehrbegriffes vom Phlogiston und der Grundlosigkeit des neuen chemischen Systems der Franzosen. Crell, Annal. Bd. II. p. 387—469.
259. WESTRUMB. Bemerkungen über die Entzündung mehrerer Körper durch brennstoffleere Salzsäure von H. Prof. Arbogast in Strassburg. Übersetzt und mit einigen Erläuterungen versehen von Westrumb. Crell, Annal. Bd. I. p. 10—31; 137—152.
260. SMITHSON TENNANT. On the Decomposition of Fixed Air. Phil. Trans. 1791. p. 182—184.
261. LANDRIANI. Brief. Annal. de Chim. T. XI. p. 156 bis 157.

1792.

262. ANONYM. Über die Frage: Was ist wohl Phlogiston? Crell, Annal. Bd. 1. p. 442—450.
263. FONTANA. Brief an De Morveau über die Zersetzung des Wassers. Ann. de Chim. T. XII. p. 162.
264. GIRTANNER CHRISTOPH. Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin b. Joh. Fr. Unger (2. Aufl. 1795).
265. GOETTLING, JOH. FRIEDR. AUG. Versuch einer physischen Chemie. Jena b. Mauke.
266. HERMANN. Über das Phlogiston. Crell, Annal. Bd. II. p. 36—53.
267. HERMBSTAEDT. Über den Wassergehalt der metallischen Kalke. Crell, Annal. II. p. 434—450.
268. — Über Oxygen und Phlogiston. Crell, Annal. Bd. II. p. 209—222.

269. Hermbstaedt. Rede über den Zweck der Chemie. Berlin. Crell, Annal. 1793. Bd. I. p. 95.
270. — Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 238—240.
271. — Bemerkungen über die Entbindung der Lebensluft aus dem für sich verkalkten Quecksilber durch blosses Glühen. Crell, Annal. Bd. II. p. 387—398.
272. Hildebrandt. Verschiedene Bemerkungen über die Auflösung des Quecksilbers in der Salpetersäure. Crell, Annal. Bd. II. p. 291—311.
273. — Über die Bereitung des roten Quecksilberkalkes durch die Salpetersäure. Crell, Annal. Bd. II. p. 398—402.
274. Humboldt v. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 254—255.
275. Lavoisier, A. L. System der antiphlogistischen Chemie aus dem Französischen übersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen versehen von S. Fr. Hermbstaedt. Berlin.
276. Metzger, J. D. Skizze einer pragmatischen Litterärgeschichte. Königsberg b. Friedr. Nicolovius.
277. v. Mons. Über den roten Quecksilberpräcipitat, dessen schöne rote glänzende Farbe und Sättigung mit Lebensluft. Crell, Annal. Bd. I. p. 131—133.
278. Pelletier. Quatrième mémoire sur le phosphore. Ann. de Chim. T. XIII. p. 101—112; 113—143.
279. Scherer, Joh. Andr. Versuch einer neuen Nomenklatur für deutsche Chemisten. Wien bei Wappler.
280. Watt. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 364.
281. Westrumb. Brief. Gren. Journ. der Phys. Bd. IV. p. 212—214.
282. — Neue Bestätigung durch Versuche, dass der im Feuer bereitete Quecksilberkalk keine Lebensluft bei seiner Wiederherstellung für sich im Glühen liefert. Gren. Journ. der Phys. Bd. VI. p. 29—34.
283. — Resultate einer Untersuchung des antiphlogistischen Systems. Crell, Annal. Bd. I. p. 3—9.
284. — Briefe. Crell, Annal. a) Bd. I. p. 252—254. b) Bd. II. p. 434—448.
285. — Einige Bemerkungen verschiedene Gegenstände der neuen Chemie betreffend. Crell, Annal. Bd. II. p. 3—36.

286. KLÜGEL, GG. SIMON. Anfangsgründe der Naturlehre in Verbindung mit Chemie und Mineralogie. Berlin u. Stettin b. Frdr. Nicolai.
287. FORDYCE. On the cause of the additional wight which Metals acquire by being calcined. In a letter from George Fordyce to Sir. Joseph Banks Phil. Trans. 1792. p. 374—382.
288. PEARSON, GEORGE. Experiments made with the view of decompounding fixed air or carbonic acid. Phil. Trans. 1792. p. 289—308.

1793.

289. BISCHOFF. Ein paar Worte über Metallkalke. Crell, Annal. Bd. II. p. 411—414.
290. CRELL. Einige Bemerkungen über das phlogistische und antiphlogistische System. Crell, Annal. Bd. II. p. 346 bis 352; 406—423.
291. DEIMANN, V. TROOSTWIJK, NIEWLAND, BONDT u. LAUWRENBURGH (Holländische Chemiker). Versuche über die Entzündung des Schwefels mit Metallen ohne Gegenwart von Luft. Crell, Annal. Bd. II. p. 384—398.
292. EIMBKE, GEORG. Versuch einer systematischen Nomenklatur für die phlogistische und antiphlogistische Chemie. Halle bei Hemmorde u. Schwetschke.
293. GADOLIN. Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 155—156.
294. GREN. Brief v. 12. Dez. 1793. Gren. Journ. der Phys. 1794. Bd. VIII. p. 14—18.
295. — Auszug aus einem Briefe an Westrumb. Crell, Annal. Bd. II. p. 341—345.
296. HERMBSTAEDT. Briefe. Crell, Annal. Bd. I. a) p. 411 bis 414. b) p. 355—357.
297. — Rechtfertigung gegen G. Gren's Einwürfe, den Gehalt an Sauerstoffgas im Quecksilberkalk betreffend. Crell, Annal. Bd. II. p. 479—486.
298. — Neue Bestätigung einer chemischen Grundwahrheit, den Gehalt des Sauerstoffs im wasserfreien Quecksilberkalk betreffend. Crell, Annal. Bd. I. p. 303—314.
299. — Einige Bemerkungen über die zündende Eigenschaft

des zündenden Salzgases betreffend. Crell, Annal. Bd. I. p. 237—244.

300. HILDEBRANDT. Vergleichende Übersicht des phlogistischen und antiphlogistischen Systems. Crell, Annal. Bd. I. p. 536—560.

301. — Etwas über die Entbindung der Feuerluft aus Metallkalken. Crell, Annal. Bd. II. p. 24—30.

302. JACQUIN, JOS. FRANZ. Lehrbuch der allgemeinen und medizinischen Chemie. Wien b. Wappler.

303. KASTELEYN, P. J. Bemerkungen über ein Schreiben des Hrn. Prof. Gren zu Halle an H. Apoth. v. Mons in Brüssel. Kasteleyn, Chem. en Physik Oefeningen. Amsterdam 1793. T. XI. p. 8—17. Crell, Annal. 1794. Bd. I. p. 28—38.

304. LAMPADIUS, W. A. E. Kurze Darstellung der vorzüglichsten Theorien des Feuers, dessen Wirkungen und Verbindungen. Göttingen, bei Joh. Chr. Dietrich.

305. MEIDINGER, KARL FRHR. v. System der chemischen Zeichen für die antiphlogistische Chemie und ihre Nomenklatur von Herren Hassenfratz und Adet. Wien bei Wappler.

306. v. MONS. Auszug der Beantwortung eines Briefes an Hermbstaedt. Crell, Annal. Bd. I. p. 414—420.

307. — Auszug eines Schreibens an Herrn Prof. Gren v. 8. Okt. 1793. Crell, Annal. 1794. Bd. I. p. 116—128.

308. — Brief an Kasteleyn v. 12. Dez. 1793. Crell, Annal. 1794. Bd. II. p. 55—65.

309. REMLER, JOH. CHRIST. WILH. Neues chemisches Wörterbuch oder Handlexikon und allgemeine Übersicht der in neuen Zeiten entworfenen französisch, lateinisch, italienisch, deutschen chemischen Nomenklatur. Erfurt. Anz. Crell, Annal. Bd. II. p. 186—187.

310. RICHTER. Etwas gegen Herrn Rettberg's Widerlegung eines hydrostatischen Satzes, durch den Streit über den Gehalt des Quecksilberkalkes an Sauerstoff veranlasst. Crell, Annal. Bd. II. p. 108—116.

311. SCHEELE, KARL WILH. Sämtliche Werke übersetzt von S. Fr. Hermbstaedt. Berlin b. Hrch. Aug. Rottmann.

312. SCHERER, JOH. ANDR. Genaue Prüfung der Lehre vom Brennstoffe. Aus dem Lateinischen übersetzt von Brettfeld. Prag.
313. — Beweis, dass John Mayow vor 100 Jahren den Grund zur antiphlogistischen Chemie und Physiologie gelegt hat. Wien bei Wappler.
314. SÜERSEN. Einige Bemerkungen über die Entbindung der Lebensluft aus dem für sich verkalkten Quecksilber. Crell, Annal. Bd. I. p. 415—426.
315. TROMMSDORFF. Brief an Westrumb. Crell, Annal. Bd. I. p. 248—251.
316. — Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 256—257.
317. — Meine letzte Erklärung wegen der phlogistischen und antiphlogistischen Systeme. Crell, Annal. Bd. II. p. 335—341.
318. — Einige Bemerkungen über Herrn Prof. Hermbstaedt's Abhandlung vom Oxygen und Phlogiston. Crell, Annal. Bd. I. p. 228—237.
319. VOIGT JOH. HEINR. Versuch einer neuen Theorie des Feuers, der Verbrennung, der künstlichen Luftarten, des Atmens, der Gährung, der Elektrizität, der Meteoren, des Lichts, und des Magnetismus. Jena in der akad. Buchhandl.
320. WESTRUMB. Brief. Crell, Annal. Bd. I. p. 248—251.
321. — Etwas über den Luftgehalt des Quecksilberkalkes. Crell, Annal. Bd. I. p. 109—112.
322. WIEDEMANN. Von der Notwendigkeit bei der Haupteinteilung der natürlichen Körper ein viertes Naturreich anzunehmen. Crell, Annal. Bd. II. 30—35.
323. WIEGLEB, J. CHR. Historisch kritische Untersuchung der Alchemie oder der eingebildeten Goldmacherkunst, von ihrem Ursprung sowohl als von ihrem Fortgang und was von ihr zu halten sei. Weimar bei Carl Ludolf Hoffmann.
324. WURZER, FERD. Rede über die vornehmsten Schicksale der Chemie, ihrem Einfluss in der gesamten Naturkunde und über die durch sie dem Staate erwachsenden Vorteile. Am Tage seiner Einführung zum neu errichteten chemischen Lehrstuhl vorgetragen. Bonn.

1794.

325. Adams, George. Lectures on natural and experimental Philosophy considered in its present state of improvement. London by the Author.
326. Black. Brief an Lavoisier. Ann. de Chim. Bd. VIII. p. 226. Crell, Annal. Bd. II. p. 35—38.
327. Fulhame. An essay on combustion, with a view to a new art of dying and painting. Wherein the phlogistic and antiphlogistic hypotheses are proved erroneous. London. Recension von Ritter in Scherer Journ. Bd. I. p. 420—444.
328. Goettling, Joh. Friedr. Aug. Anfangsgründe der Probierkunst mit Cramer's Erfahrungen. Leipzig bei Joh. Sam. Heinsius.
329. — Beitrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie auf Versuche gegründet. Weimar bei Hoffmann Wittwe u. Erben.
330. Gren. Systematisches Handbuch der gesamten Chemie. Halle, Waisenhausbuchh., 2. Aufl.
331. Hecht. Lettre à Mrs. de la Métherie. Observ. s. l. Phys. (Journ. de Phys. T. II.), Juillet p. 72—73.
332. Hildebrandt, Gg. Frdr. Anfangsgründe der Chemie zum Gebrauche akademischer Vorlesungen nach dem neuen System. Erlangen bei Walther.
333. Holländische Chemiker. Über die Vereinigung der Metalle mit dem Schwefel auf nassem Wege. Crell, Annal. Bd. I. p. 296—303.
334. Kasteleyn. Bemerkungen über ein Schreiben des Herrn Prof. Gren an Herrn van Mons über den Wassergehalt der Metallkalke. Crell, Annal. Bd. I. p. 28—38.
335. Lichtenberg, G. C. Anfangsgründe der Naturlehre von Joh. Chr. Polycarp Erxleben. 6. Auflage mit Verbesserungen und vielen Zusätzen von G. C. Lichtenberg. Göttingen bei Dietrich.
336. Morveau, Guyton de. Allgemeine theoretische und praktische Grundsätze der chemischen Affinität. Aus dem Französischen von Jos. Veit mit Anmerkung von Hermbstaedt, Berlin.

337. MORVEAU. Etwas über die Entbindung der Feuerluft aus Metallkalken. Crell, Annal. Bd. I. p. 210—212.
338. v. MONS. Auszug eines Schreibens an Hrn. Prof. Gren. Crell, Annal., Bd. I. p. 116—128.
339. — Auszug eines Briefes an Hrn. Kasteleyn. Crell, Annal., Bd. II. p. 55—66.
340. RICHTER. Über die Entzündung des Schwefels mit Metallen ohne Gegenwart von Lebensluft. Crell, Annal. Bd. II. p. 291—310.
341. WOLFF. Einige Bemerkungen über den Aufsatz des Hrn. Bergrat und Professor Wiedemann von der Notwendigkeit bei der Haupteinteilung der natürlichen Körper ein viertes Naturreich anzunehmen. Crell, Annal. Bd. II. p. 19—27.
342. YELIN, JUL. CONR. Physikalisch-chemische Nachricht. Erlanger Gelehrtenzeitung 1794, St. 80 p. 633—638.
343. GALLINI, STEPH. Betrachtungen über die neueren Fortschritte in der Kenntnis des menschlichen Körpers. Aus dem Italienischen übersetzt von Dr. G. H. F. Berlin, Vossische Buchh.

1795.

344. Akademie der Wissenschaften in München. Preisausschreiben. Gren, Neues Journ. der Phys. Bd. II. p. 113.
345. ARZT, E. H. G. Versuch einer systematischen Anordnung der Gegenstände der reinen Chemie. Leipzig bei Joh. Benj. Gg. Fleischer.
346. BRUGNATELLI. Elementi di chimia alle piu recenti scoperte chimiche e farmaceutiche. Pavia bei Baldasare Comino. Rec., Gött. Gel.-Anz. 1796 St. 62. p. 613—615.
347. — Prospetto di riforma alla nuova Nomenclatura chimica proposta dal Sig. Morveau, Lavoisier, Berthollet et Fourcroy. Pavia. Rec., Gött. Gel.-Anz. 1795 St. 142 p. 1423 bis 1424.
348. CRELL. Über Sauerstoff und Säure. Crell, Annal., Bd. I. p. 227—243.
349. DANDOLO, VINCENZ. Fondamenti della scienza chimico

fisica applicata alla formazione di corpie dei fenomeni della natura, esposti in due dizzionari, che comprendono il linguaggio nuovo e vecchio, vecchio e nuovo di fisico chemici con trovale apposite indicanti l'ordine d'un utile letteratura. Venezia b. A. Curti. Rec., Gött. Gel.-Anz. 1795 St. 140 p. 1403—1404.

350. Fabbroni in Florenz. Brief. Crell, Annal. Bd. II. p. 502.

351. Gmelin. Handbuch der technischen Chemie. Göttingen. Rec., Erlanger Gel.-Zeit. St. 55 p. 434—436.

352. — Winke an seine Zeitgenossen, den Streit über den Brennstoff betreffend. Crell, Annal. Bd. I. p. 287—302; 391—409; 479—499.

353. Goettling. Die Sprache der deutschen Chemie. Goettling's Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker p. 105—130.

354. Gren. Entwurf einer neuen chemischen Nomenklatur, die auf keine Hypothese gegründet ist. Gren, Neues Journ. d. Phys., Bd. I. p. 173—285; 376—393.

355. Gruner, J. L. W. Tabellarische Übersicht der Salze und ihrer Bestandteile nach dem phlogistischen und antiphlogistischen System. Hannover bei Chr. Ritscher.

356. Hermbstaedt. Brief. Crell, Annal., Bd. II. 512—515.

357. Hildebrandt. Über die Bestimmung des Begriffes von Salzen. Crell, Annal., Bd. II. p. 6—17.

358. — Brief. Crell, Annal., Bd. II. p. 518.

359. Karsten, Wencesl. Joh. Gust. Anfangsgründe der Naturlehre. Mit Anm. versehen; herausgegeben von Dr. Fr. Albr. Gren. Halle b. Renger.

360. Lampadius, W. A. Sammlung praktisch-chemischer Abhandlungen und vermischter Bemerkungen. Dresden in der Walther'schen Hofbuchhandlung.

361. Lentin, Aug. Gottfr. Ludw. Über das Verhalten der Metalle, wenn sie in dephlogistisierter Luft der Wirkung des Feuers ausgesetzt werden. Göttingen im Vanderhöh u. Rupprecht'schen Verlag.

362. Peart, G. The antiphlogistic doctrine of M. Lavoisier critically examinated and demonstratively confuted and

clearly proved to arise from a dificiniency in its principles and that defect is supplied and an explanation given upon such principles as nature evidently employs and reason proves to be indispensably necessary; to which is added an appendix consisting of Strictures on Dr. Priestley's experiments on the generation of air from water, and of criticisms of the remarks made by the reviewers on the Authors former writings. London. Rec. Crell, Annal., Bd. II. p. 658—660.

363. Richter. Etwas über einige Bemerkungen, die Lehre vom Brennstoff betreffend. Crell, Annal., Bd. II. p. 414 bis 428.

364. Scherer, Alex. Nic. Grundzüge der neuen chemischen Theorie. Jena b. Joh. Chr. Gottfr. Goepfordt.

365. Wiegleb. Brief. Crell, Annal., Bd. II. p. 516—517.

1796.

366. Berthollet. Beobachtungen über einige Thatsachen, die man dem antiphlogistischen System entgegengesetzt hat. Ann. de Chim. T. XI. p. 3—26. Crell, Annal. 1796 Bd. I. p. 33—41.

367. Brugnatelli. Brief. Crell, Annal., Bd. II. p. 636 bis 637.

368. Crell, Über die Quelle des Wärmestoffes bei Verbrennungen. Crell, Annal., Bd. II. p. 270—279; 337—343; 393—397.

369. Deimann. Über das Leuchten des Phosphors im Stickgas. Crell, Annal. Bd. II. p. 623.

370. Fourcroy, A. F. Chemische Philosophie oder Grundwahrheiten der neuen Chemie auf eine neue Art geordnet. Aus dem Französischen von Joh. Sam. Traug. Gehler. Leipzig.

371. Gren, Friedr. Albr. Grundriss der Chemie nach den neuesten Entdeckungen. 1. Ausg. 1796—1797. (2. Ausg. von Karsten besorgt 1800; 3. Ausg. von Bucholz 1803.)

372. Hildebrandt. Brief. Crell, Annal., Bd. II. p. 636.

373. Holländische Chemiker. Nachricht über einige Versuche, welche die Zersetzung des Wassers durch den

elektrischen Funken näher bestätigen. Crell, Annal., Bd. II. p. 291—298.

374. LANGSDORF, CARL CHRIST. Physisch-mathematische Abhandlung über Gegenstände der Wärmelehre. Marburg in der neuen akad. Buchhandlung.

375. LINK. Beobachtungen und Betrachtungen über den Wärmestoff. Rostock u. Leipzig b. Siller. Rec. Gött. Gel.-Anz. 1796, St. 168 u. 169 p. 1683—1686.

376. LA MARCK. Réfutation de la théorie pneumatique ou de nouvelle doctrine des chimistes modernes. Paris chez l'Auteur et Agasse libraire.

377. v. MONS. Brief. Crell, Annal., Bd. I. p. 634—636.

378. — Neue Versuche über die Angabe, dass Wasserstoff die Grundlage der Salzsäure sei. Crell, Annal., Bd. II. p. 493—498.

379. OERTEL, CHR. De praestantia systematis antiphlogistici. Bayreuth. Rec. Erlanger Gel.-Zeit. 1796, St. 100 p. 798.

380. PRIESTLEY. Experiments and observations relating to the generation of air from water. Deutsch in Crell, Annal. 1798 Bd. II. p. 308—320; 376—391.

381. SCHERER, ALEX. NIC. Nachträge zu den Grundzügen der neuen chemischen Theorie. Jena bei Joh. Chr. Gottfr. Göpfordt.

382. WIEGLEB. Über die Entstehung und Natur der sogenannten Stick- oder azotischen Luft und die daraus gezogenen Folgen. Crell, Annal. Bd. II. p. 467—493.

383. — Einige Erinnerungen über Hrn. Prof. Gren's chemische Nomenklatur. Crell, Annal. Bd. II. p. 233—244.

384. — Handbuch der allgemeinen Chemie. 3. Aufl. (1. Aufl. 1781.) Rec. Erlanger Gel.-Zeit. 1796 St. 74. p. 585—586.

1797.

385. GMELIN, J. FR. Über die neue Chemie (vorgelesen in der Versammlung der physikalischen Gesellschaft zu Göttingen). Göttinger Journal der Naturwissenschaften. Göttingen b. Joh. Gg. Rosenbusch 1798 Bd. I. p. 10—86.

386. — Geschichte der Chemie seit dem Wiederauf-

leben der Wissenschaften bis an das Ende des 18. Jahrhunderts.

387. La Marck, J. B. Mémoires de physique et d'histoire naturelle, établis sur des bases de raisonnement indépendantes de toute théorie. Paris. chez l'Auteur, Agasse, Maradan.

388. Schulzer, J. F. Anwendung der antiphlogistischen Chemie auf die Lehre von den Gasarten. Neu Ruppin b. Kühn.

389. Wiegleb. Richtige Bestimmung des wahren Übergewichtes, welches das Blei bei der Verkalkung zur Mennige erhält. Crell, Annal. Bd. I. p. 213—218.

1798.

390. Adet. Réflexions sur la doctrine du Phlogistique et la décomposition de l'air par Joseph Priestley. Ouvrage traduit de l'Anglais et suivi d'une réponse par P. A. Adet. Paris. chez Guillaume. Nebst Anhang: Extraits des registres de la Classe des sciences physiques et mathematiques de l'Institut National. Séance du 16 ventôse an VI de la République Française par Fourcroy et Berthollet.

391. Fourcroy et Vauquelin. Prüfung der über das vorgebliche Leuchten des Phosphors im Stickgas angestellten Untersuchungen. Scherer, Journal Bd. I. p. 492—518.

392. Goettling, J. A. Handbuch der theoretischen und praktischen Chemie. Jena 1798—1800. Akad. Buchhandl.

393. Wurzer. Über die wahrscheinliche Grundlage des Stickstoffs. Crell, Annal. Bd. I. p. 179—183; 273—276.

394. Yeats. Brief. Scherer, Journal Bd. I. p. 212—214.

1799.

395. Brugnatelli. Über die Benennung des Sauerstoffs. Scherer, Journ. Bd. II. p. 167—169.

396. Crell. Nachträge zu Priestley's Beobachtung über die Lehre vom Phlogiston, Crell, Annal. Bd. I. p. 161—177; 229—237; 305—315.

397. Hildebrandt. Encyklopädie der gesamten Chemie. Erlangen bei Walther.

398. HILDEBRANDT. Ein paar Worte über H. Gren's Nomenklatur. Scherer, Journal Bd. II. p. 160—166.
399. Holländische Chemiker. Nähere Untersuchung über die Verwandlung des Wassers in Stickluft. Crell, Annal. Bd. I. p. 249—258.
400. JUCH, CARL WILH. Fernere Versuche und Beobachtungen über die Erzeugung des Azots aus dem Wasser. Scherer, Journ., Jahrg. II. Heft 3 p. 271—281.
401. LINK. Brief. Scherer, Journ., Bd. III. p. 602—604.
402. LA MARCK. Mémoire sur la matière du feu, considerée comme instrument chimique dans les analyses. Observ. s. l. Phys. T. 48 p. 345—361.
403. MORVEAU. Beantwortung über die Beurteilung der französischen Nomenklatur. Scherer, Journ., Bd. II. p. 153 bis 160.
404. SCHERER. Neueste Verhandlungen, die chemische Nomenklatur betreffend. Scherer, Journ., Bd. II. p. 146—170.
405. WIEGLEB. Über die Verwandlung der Wasserdünste in Luft. Crell, Annal., Bd. I. p. 45—64; 138—144; 214 bis 219

1800.

406. Anonym. Bemerkungen über die Bearbeitung der Chemie in England und über einige englische Chemiker. Scherer, Journ., Bd. V. 125—132.
407. CRELL. Wünsche für den Nichtgebrauch einiger schon angegebenen und vielleicht noch zu erwartenden Veränderungen in der technischen Sprache überhaupt und besonders in der Chemie. Crell, Annal., Bd. I. p. 523—536.
408. DAVY, H. Benennung des Sauerstoffgases. Scherer, Journ. Bd. V. p. 795.
409. ECKARTSHAUSEN. System der Chemie. Recens. in Scherer, Journ., Bd. IV. p. 195; Intelligenz-Blatt Nr. VII. p. 31 bis 32.
410. FREMERY. Brief. Scherer, Journ. Bd. IV.
411. GIRTANNER. Briefe. Scherer, Journ. Bd. IV, a) p. 417, b) 659.
412. — Untersuchung, ob der Salpeterstoff ein einfacher oder

zusammengesetzter Körper sei. Scherer, Journ. Bd. IV. p. 203—249.

413. Hauch. Resultate einiger angestellter Versuche mit Rücksicht auf die von Hrn. Prof. Wurzer in Bonn angegebene Verwandlung des Wassers in Stickstoffgas. Crell, Annal., Bd. II. p. 273—283.

414. Holländische Chemiker. Versuche über das Eindringen der Gasarten in glühende irdene Röhren. Scherer, Journ., Bd. IV. p. 1—27.

415. Karsten. Versuch zur Bestimmung einer neuen chemischen Nomenklatur. Scherer, Journ., Bd. IV, p. 675 bis 690.

416. Mayer, Joh. Tob. Brief. Scherer, Journ., Bd. IV. p. 535—537.

417. Parrot u. Grindel. Versuche über die vegetabilische Kohle. Scherer, Journ., Bd. IV. p. 456.

418. Priestley. The doctrine of phlogiston etablished and the composition of water refuted. Auszug in Crell, Annal., Bd. II. p. 356—365; 365—375, Forts. 1801 Bd. I. p. 143—163; 309—314; 373—383; 482—489.

419. Winterl, Jac. Jos. Prolusiones ad Chemiam saeculi decimi noni: Budae. Typis a Sumptibus Typographiae regiae Universitatis Pestinensis. Recens. in Trommsdorff, Joh. Barth. Allgemeine chemische Bibliothek des 19. Jahrhunderts. Erfurt b. Henning 1802. Bd. II. p. 55—81.

1801.

420. Berthollet. Bemerkungen über Girtanners Abhandlung, worin er untersucht, ob der Stickstoff ein einfacher oder zusammengesetzter Körper sei. Scherer, Journ. Bd. VI. p. 141—147.

421. Holländische Chemiker. Kritische Untersuchung der Behauptung Girtanner's über die Zusammensetzung des Stickstoffes. Scherer, Journ. Bd. VI. p. 115—141.

1802.

422. Bourguet, Dav. Ludw. Chemisches Handwörterbuch nach den neuesten Entdeckungen entworfen, mit einer Vorrede von S. Fr. Hermbstaedt Berlin.

1803.

423. Bouillon-Lagrange, C. J. B. Handbuch eines Kursus der Chemie. Deutsch von Daniel Jäger. Leipzig b. Gg. Aug. Grieshammer.

424. Pfaff. Deluc's neueste Angriffe der antiphlogistischen Theorie. In: Die neuesten Entdeckungen französischer Gelehrten in den gemeinnützigen Wissenschaften und Künsten von Dr. C. H. Pfaff in Kiel und Dr. Friedländer in Paris. Leipzig bei G. J. Goeschen. Bd. III. p. 1—15.

1804.

425. Westrumb, Friedr. Handbuch der Apothekerkunst. Hannover bei Gebr. Hahn, 1804—1806. 3 Bde.

1805.

426. Adet, P. Aug. Grundzüge der Chemie, auf Befehl der französischen Regierung entworfen. Deutsch von Dr. M. Huber. Basel u. Aarau.

427. Thomson, Thomas. System der Chemie nach der zweiten Auflage übersetzt von Fr. Wolff. Berlin bei Heinr. Frölich.

1807.

428. Klaproth, Mart. Heinr. u. Wolff, Friedr. Chemisches Wörterbuch. Berlin, Vossische Buchhandl.

1810.

429. Cuvier. Rapport historique sur les progrès des sciences naturelles depuis 1789 et sur leur état actuel. Paris, Imprimerie Royale.

1812.

430. Davy, Humphry. Historical view of the progress of chemistry. Davy Collected works Bd. IV. p. 30 ff.

1820.

431. Berzelius. Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen und über die chemischen Wirkungen der Elektricität. Aus dem Schwedischen und Französischen übersetzt von K. A. Bloede. Dresden bei Arnold.

1839—1841.

432. Davy, John. Collected works of Sir Humphry Davy edited by his brother John Davy. London.

1843.

433. Kopp, Hermann. Geschichte der Chemie. Braunschweig bei Vieweg u. Söhne.

1844.

434. Lavoisier, A. L. Oeuvres. Publié par les soins de son Excellence le ministre de l'institution publique et des cultes. Paris, Imprimerie impériale.

1846.

435. Muirhead. Correspondence of the late James Watt on his discovery of the composition of water. London.

1854.

436. Arago. Sämtliche Werke. Deutsch von Hankel. Leipzig bei Weigand.

437. Oersted. Betrachtungen über die Geschichte der Chemie (1805) in dessen Werk „Der Geist in der Natur". Deutsch von Kannegiesser. Leipzig.

1865.

438. Liebig, Justus v. Chemische Briefe. Leip g u. Heidelberg bei C. T. Winter.

1868.

439. Vogel, Aug. Denkrede auf Heinr. Aug. von Vogel. München. Verlag der K. Akademie.

1869.

440. Kopp, Hermann. Beiträge zur Geschichte der Chemie. Braunschweig bei Vieweg u. Sohn.

1872.

441. Hoefer, Ferd. Histoire de la Physique et de la Chimie depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. Paris chez Hachette et Cie.

1874.

442. Loewig, Karl. Jeremias Benjamin Richter, der Entdecker der chemischen Proportionen. Breslau bei E. Morgenstern.

1877.

443. Roscoe u. Schorlemmer. Ausführliches Lehrbuch der Chemie. Braunschweig b. Vieweg u. Sohn.

1887.

444. Ladenburg, A. Vorträge über die Entwickelungsgeschichte der Chemie in den letzten hundert Jahren. Braunschweig bei Vieweg und Sohn.

1888.

445. Grimaux, Edouard. Lavoisier. Paris chez Alcan.

1889.

446. Meyer, Ernst v. Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Leipzig bei Veit & Co.

1890.

447. Berthelot, M. La révolution chimique — Lavoisier — Paris chez Alcan.

448. Du-Bois Reymond, Paul. Über die Grundlagen der Erkenntnis in den exakten Wissenschaften. Tübingen bei H. Laupp.

449. Roessing, Adelbert. Einführung in das Studium der theoretischen Chemie. München u. Leipzig b. R. Oldenbourg.

1892.

450. Scheele, Carl Wilh. Nachgelassene Briefe und Aufzeichnungen. Herausgegeben von A. E. Nordenskioeld. Stockholm bei Norstedt u. Soener.

451. Tyndall, John. New Fragments. London, Longmans, Green and Co.

1893.

452. Mayer, Robert. Kleinere Schriften und Briefe, herausgegeben von Dr. Jacob J. Weyrauch. Stuttgart bei J. G. Cotta.

453. Alembic Club Reprints — No. 2. Foundations of the Atomic Theory: Comprising Papers and Extracts by John Dalton, William Hyde Wollaston, M. D. and Thomas Thomson, M. D., (1801—1808) Edinburgh; William F. Clay.

1895.

454. Rosenberger: Isaac Newton und seine physikalischen Prinzipien. Leipzig bei J. A. Barth.

1896.

455. Ostwald, Wilh. Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre. Leipzig bei Veit & Co.

Zeitschriften.

Annales de Chimie ou recueil de Mémoires concernant la chimie et les arts qui en dépendent par M. M. De Morveau, Lavoisier, Monge, Berthollet, De Fourcroy, le baron De Dietrich, Hassenfratz et Adet. Paris sous le privilège de l'Académie. (Von 1789 an.)

Crell, Lorenz v. Die neuesten Entdeckungen in der Chemie. Leipzig in der Weigand'schen Buchhandl. (1781—1784.)

Crell, Lorenz v. Chemische Annalen für Freunde der Naturlehre, Arzneigelahrtheit, Haushaltungskunst und Manufaktur. Helmstaedt u. Leipzig in der Buchhandl. der Gelehrten und J. G. Müller'schen Buchhandl. (1784—1803.)

Crell, Lorenz v. Beiträge zu den chemischen Annalen. Helmstaedt, Verlag wie oben. (1786—1794.)

Goettling, J. A. Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker. Weimar bei Carl Ludolf Hoffmann. (1780—1800.)

Gren, Friedr. Albr. Carl. Journal der Physik. Halle u. Leipzig bei Ambrosius Barth. (1789—1794.)

GREN, FRIEDR. ALBR. CARL. Neues Journal der Physik. Halle u. Leipzig bei Ambrosius Barth. (1795—1798.)

Histoire de l'Academie Royale des sciences avec les Mémoires de Mathematique et de Physique. A. Paris de l'imprimerie Royale.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London. sold by Lockyer Davies and Peter Elmsly.

Observations sur la Physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts par M. l'abbé Rozier, Monger le jeune et de la Métherie (1777—1794), dann als Journal de physique, de chimie et de l'histoire naturelle par Jean Claude de la Métherie. Paris chez Cuchet.

SCHERER, ALEX. NICOL. Allgemeines Journal der Chemie. Leipzig bei Breitkopf u. Haertel (von 1798 an).

Schriften der berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin in der Realschulbuchhandlung (1780—1795).

Stralsundisches Magazin oder Sammlung auserlesener Neuigkeiten zur Aufnahme der Naturlehre, Arzneiwissenschaft und Haushaltungskunst. Berlin (bei Lange) und Stralsund (von 1790 an).

TROMMSDORFF, JOH. BARTHOLOMAE. Journal der Pharmacie für Ärzte und Apotheker. Leipzig (1794—1796).

WEIGEL, CHRIST. EHRENFR. Magazin für Freunde der Naturlehre und Naturgeschichte, Scheidekunst, Stadt- und Landwirtschaft, Volks- und Staatsarznei. Berlin (bei Lange), Stralsund und Greifswald (1794—1797).

Übersicht

der

wichtigsten, für die vorgehenden Mitteilungen in Betracht kommenden Abhandlungen Lavoisier's.

Jahrgang der Mémoires.	Druckjahr.	Titel der Abhandlung.	Bemerkungen.
1768		Analyse du gypse.	eingereicht Februar 1765.
1770	1773	Sur la nature de l'eau et sur les expériences par lesquelles on a prétendu prouver la possibilité de son changement en terre.	
1772	1775	Sur la déstruction du Diamant par le feu.	gelesen April 1772.
1774	1778	Sur la calcination de l'étain dans les vaisseaux fermés et sur la cause de l'augmentation de poids qu'acquiert ce métal pendant cette opération.	gel. Nov. 1774 u. Mai 1777.
1775	„	Sur la nature du principe qui se combine avec les métaux quand on les calcine.	gel. Ostern 1775 u. 1778.
1777	1780	Sur la combustion du phosphore de Kunkel et sur la nature de l'acide qui résulte de cette combustion.	gel. April 1777.
„	„	Expériences sur la respiration des animaux et sur les changements qu'arrivent à l'air en passant par leur poumon.	gel. März 1777.
„	„	Sur la combustion des Chandelles dans l'air atmosphérique et dans l'air éminément respirable.	
„	„	Sur la combinaison de la matière du feu avec les fluides évaporables.	
„	„	Sur la combustion en général.	
1778	1781	Considérations générales sur la nature des acides.	einger. 1777, gel. Nov. 1779.
1780	1784	Sur quelques fluides que l'on peut obtenir dans l'état aériforme à un degré de chaleur peu supérieure à la température moyenne de la terre.	auch Observations sur la Physique 1785.
„	„	Sur un procédé particulier pour convertir le phosphore en acide phosphorique sans combustion.	gel. März 1780.
„	„	Sur la chaleur.	

1781	1784	Sur la formation de l'air fixe ou acide crayeux.	
„	„	Sur la calcination et la combustion.	
„	„	Mémoire dans lequel on a pour objet de prouver que l'eau n'est point une substance simple, un élément proprement dit, mais qu'elle est susceptible de décomposition et de recomposition.	Synthese 1783, Analyse 1784. gel. April 1784, Nov. 1785.
1782	1785	Considérations générales sur la dissolution des métaux dans les acides.	
„	„	Sur la précipitation des substances métalliques les uns par les autres.	eingereicht Dez. 1783.
„	„	Sur l'affinité du principe oxygine avec les différentes substances métalliques.	„ „ „
„	„	Sur l'union du principe oxygine avec le fer.	„ „ „
„	„	Sur la nature des fluides élastiques aériformes qui se dégagent de quelques matières animales en fermentation.	
1783	1786	Réflexions sur le phlogistique pour servir de suite à la théorie de la combustion et de la calcination publiés en 1777.	
„	„	Nouvelles réflexions sur l'augmentation de poids qu'acquièrent en brûlant le soufre et le phosphore et sur la cause à laquelle on doit l'attribuer.	
1786	1788	Réflexions sur la décomposition de l'eau par les substances végétales et animales.	auch Observ. s. l. Phys. 1789.
1789	1793	Sur la respiration des animaux (avec Séguin).	gel. Nov. 1789.
1790	1797	Sur la transpiration des animaux (avec Séguin).	gel. April 1790.

Namen-Verzeichnis.

Abich **25**.
Achard **28**, 29, 108, 120.
Adet **40**, 137—138.
Akademie der Wissensch. München 112.
Alambert, D', 76.
Arago 54, 150.
Arejula 155.
Aristoteles 10.
Arzt **86**, 87.
Austin **136**.

Bailly 160—161.
Batsch **36**.
Baumé **42**, 129, 130.
Bayen 18.
Becher 1, 2.
Beddoes 56, 132, 134.
Bergmann, Torbern 57, 58, 76, 130.
Berlinghieri 74.
Berthelot 159, 161—163.
Berthollet **38**—40, 54, 55, 77, 129, 138, 153, 161.
Berzelius 78.
Blagden 150, 151, 160.
Black 5, 47, 56, 133, 134.
Boerhaave 14.
Bondt 142, 154.
Borrichius 14.
Boyle 2, 11, 14, 41.
Bretfeld 98.
Brugnatelli 90, 143.
Bucholz **32**.

Cadet 161.
Carradori 145.
Carritat de Condorcet 158.
Cavendish 5, 30, 39, 48—50, 66, 151, 158, 163.
Chevreuil 3.
Chaptal 94, 133.
Cioni 73.
Cramer 107.
Crell, Lorenz v., **22**, 25, 27, 28, 83, 88, 121—122, 132, 137, 146.

Dandolo **143**.
Davy, Humphry, 48, 50—53, 58, 91, 135, 148.
Deimann **65**—67, 69—70, 110, 141, 142, 154.
Deville, St. Claire, 3.
Diderot 76.
Dollfuss 56.
Du Bois-Reymond, Paul, 10.

Eckartshausen 126.
Eimbke 85.
Eller 15.
Erxleben 110.

Fabbroni 144.
Fachs 11.
Fèvre, Le, 155.
Fontana 70—71, 144.
Fortin 155.
Fourcroy 38, 40, 55, 77, 129, 138, 152, 160.
Fulhame 139.

Gadolin 63—64, 89, 140-141.
Gallini 143.
Geoffroy, C. J., 15.
Giobert 143.
Giorgi 73.
Girtanner 84, 93, 95—96, 99, 111, 113, 120, 153-156, 165.
Gmelin 36, 122—125, 132, 144.
Goettling 83, 105—107, 109, 111, 141.
Gren 12, 32-35, 78, 83, 87, 93, 103—105, 111.
Grimaux 158.
Gruner 111.

Hassenfratz 40.
Helmont, van, 14, 41.
Hermbstaedt 30—31, 93—95, 97, 99, 111, 133.
Hjelm 62.
Higgins 132, 134.
Hildebrandt 100, 111.
Hindenburg 95, 99, 111.
Hoefer 8.
Höpfner 24.
Hopson 135—136.
Hyonval, D', 161.

Jacquin, Jos. Franz, 98, 99, 111, 155.

Karsten 35. 97, 104.
Kasteleyn 141.
Keir 138—139.
Kirwan 6, 23, 24, 26, 28, 34, 44, 54—55, 91, 134.
Klaproth 13, 31, 95, 97, 99, 111.
Klügel 95, 97, 99, 111.
Kopp 48, 54, 147, 150, 151.

Ladenburg 113.
La Marck 129, 131—132.
Lampadius 109.
Landriani 27, 71, 73, 145.
Langsdorf 111.
Laplace 55, 150—154, 159—164.
Lauwrenburgh 142, 154.
Lavrillière 158.
Le Bel 149.
Legendre d'Arcet 160—161.
Leidenfrost 15.
Lemery 19.
Leonhardi 78, 105.
Le Roy 15.
Lichtenberg 86, 110, 111.
Liebig 8.
Linck 108.
Lorenz 35.
Luc, De, 88, 110, 127—129.
Luzuriaga 74.

Macquer 18.
Macri 145.
Marchand 36.
Marggraff 14, 15.
Mariotte 16.
Marne 36.
Marum, van, 65, 67—69, 75.
Marzani 145.
Mayer, Joh. Tob., 95, 96, 97, 99, 103, 111.
Mayer, Robert, 16.
Mayow, John, 11.
Métherie, De la, 41, 46, 79—81, 90, 130.
Meyer, Ernst v., 8.
Meusnier 73, 152-154, 156—165
Monge 28, 55, 154, 161, 163.
Monnet 129—130.

van Mons 142.
Morozzo 66, 145.
Morveau, Guyton de, 38—40, 55, 76—77.
Muirhead 150.

Newton 9, 10.
Nicholson 132, 134.
Niewland 142, 154.
Nordenskiöld 58, 141.

Odling 3.
Oersted 126.
Oertel 110—111.
Olschanetzky 59.

Pasteur 149.
Peart 139.
Pechier 97.
Petzold 26.
Pelletier 153.
Pini 145.
Pott 15.
Priestley 26, 28, 43, 47, 50—53, 60—61, 109, 120, 136—137, 149, 151, 155. 159.

Remmler 85.
Retzius 141, 149.
Rey 9, 11.
Richter, Jerem. Benj., 78, 102—103, 105, 106, 111, 119, 133.
Ritter 139.
Rochard de Savon 161.
Rodwell 3.
Roessing 12.
Roscoe 78.
Rumford 112.

Sage 43, 129, 130, 149, 160, 161.
Scheele 15, 31, 51, 57, 58—62, 130, 141.
Scherer, Alex. Nic., 88, 111, 112.
Scherer, Joh. Andr., 26, 84, 93. 97—99, 111.
Schorlemmer 78.
Scopoli 71—73.
Séguin 155.
Sénac 19, 21.
Senebier 43—47.
Sennert 3.
Spielmann 9.
Spohr 133.
Stahl 2—4, 10, 17, 115.
Suckow 108.

Tondi 74.
Trommsdorff 32, 105—106, 111, 126.
Troostwijck 65 - 67, 69—70, 110, 141, 142, 154.
Tyndall 112.

Vandermonde 154, 160, 163.
Van 't Hoff 149.
Vauquelin 40.
Viano 145.
Vogel, H. A., 130.
Voigt 125.
Volta 28, 72.

Watt 31, 51, 53, 151.
Weigel 25.
Westrumb 30, 31, 97, 109, 113—116, 120, 147, 149.
Wiegleb 6—8, 26, 109, 117—120. 136, 141.
Winterl 126—127.
Wislicenus, Joh., 149.
Wolf 94.
Wollaston 149.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

MONOGRAPHIEEN

AUS DER

GESCHICHTE DER CHEMIE

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. GEORG W. A. KAHLBAUM

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT BASEL.

II. HEFT:

DIE ENTSTEHUNG DER DALTON'SCHEN ATOMTHEORIE IN NEUER BELEUCHTUNG.

VERÖFFENTLICHT VON

HENRY E. ROSCOE UND ARTHUR HARDEN.

INS DEUTSCHE ÜBERTRAGEN

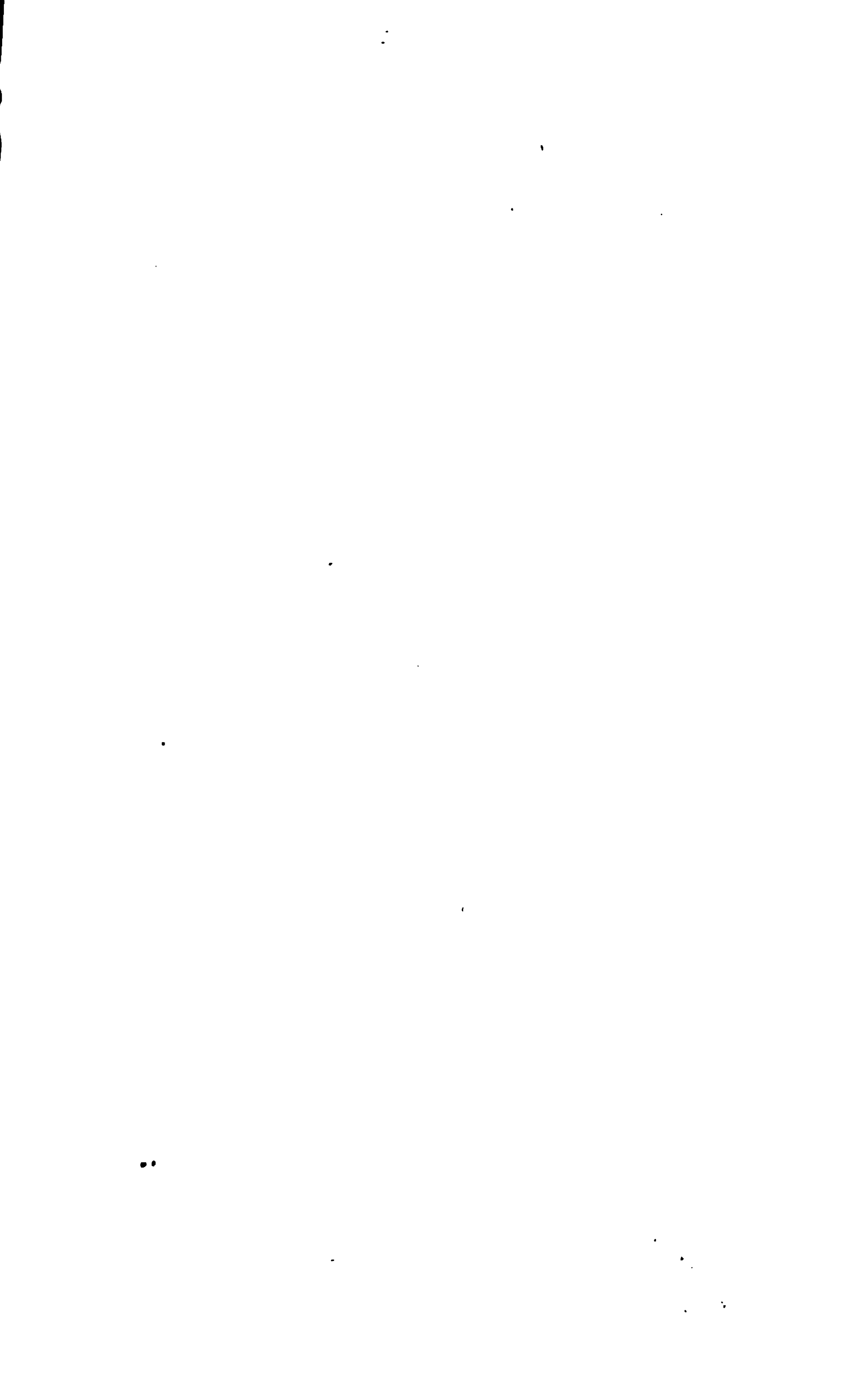
VON

GEORG W. A. KAHLBAUM.



LEIPZIG.
JOHANN AMBROSIUS BARTH.
1898.

Verlag von **Johann Ambrosius Barth** in **Leipzig.**



MONOGRAPHIEEN

AUS DER

GESCHICHTE DER CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. GEORG W. A. KAHLBAUM
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT BASEL.

„Historische Studien gehören sehr wesentlich mit zur wissenschaftlichen Erziehung.“
MACH, Prinzipien der Wärmelehre.

ZWEITES HEFT.

LEIPZIG.
JOHANN AMBROSIUS BARTH.


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
LENOX AND
NDATIONS.



DIE ENTSTEHUNG DER DALTON'SCHEN ATOMTHEORIE IN NEUER BELEUCHTUNG.

EIN BEITRAG

ZUR

GESCHICHTE DER CHEMIE.

ZUGLEICH MIT BRIEFEN UND DOKUMENTEN ÜBER DALTON'S LEBEN UND ARBEITEN, ZUM ERSTEN MALE AUS DEN IM BESITZE DER LITERARY AND PHILOSOPHICAL SOCIETY ZU MANCHESTER BEFINDLICHEN MANUSKRIPTEN

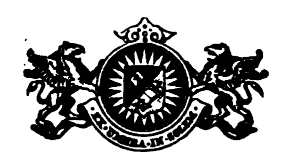
VERÖFFENTLICHT VON

HENRY E. ROSCOE UND ARTHUR HARDEN

INS DEUTSCHE ÜBERTRAGEN

VON

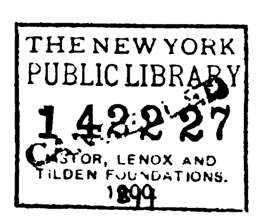
GEORG W. A. KAHLBAUM.



LEIPZIG

JOHANN AMBROSIUS BARTH

1898.


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
142227
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Dr. Alfred Kirchhoff

Professor der Erdkunde an der Universität zu Halle

und

Geh. Regierungs-Rat Dr. Emil Lampe

Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg,

meinen Lehrern,

in

herzlicher Anhänglichkeit

zugeeignet.

Vorbemerkung

zum 2. Hefte der Monographieen

Mit Vergnügen darf der Unterzeichnete feststellen, dass sowohl der Plan zur Herausgabe von Monographieen aus der Geschichte der Chemie als auch das erste Heft derselben allseitig die freundlichste Aufnahme und durchaus günstige Beurteilung erfahren hat. Eine gewisse und bedingte Ausnahme davon macht nur Herr W. Ostwald, der auf S. 657 des 22. Bandes der Zeitschrift für physikalische Chemie schreibt:

„Abgesehen von diesen Kleinigkeiten hätte der Ref. allerdings noch einen Wunsch zu äussern, der ihm mehr am Herzen liegt. Aus der Behandlung geschichtlicher Fragen, wie sie namentlich früher in anderen Gebieten üblich war, droht auch für unser junges Gebiet eine Ansteckung durch die Verkennung der eigentlichen Aufgabe der Geschichte. Die Feststellung des einzelnen Thatsachenmaterials ist ja unzweifelhaft eine notwendige Vorarbeit für eine allgemeinere Auffassung und Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Wissenschaft und für das Herauspräparieren der entscheidenden Gedankengänge. Aber wir sollen uns die Unsummen überflüssiger Arbeit, die in jenen anderen Gebieten an die blosse Ansammlung gewendet worden sind, zur Warnung dienen lassen und Spezialuntersuchungen nicht unternehmen ohne den Ausblick auf allgemeine Fragen. Solche treten in der vorliegenden Arbeit, die doch wohl als Beispiel dafür dienen soll, wie der Herausgeber die Thätigkeit organisiert und ausgeführt sehen möchte, kaum in den Vordergrund.

So anerkennenswert die Zurückhaltung von vorzeitiger Verallgemeinerung ist, die Andeutung weiterer und wich-

tigerer Ziele der geschichtlichen Forschung auf chemischem Gebiete wäre das beste Mittel, dem Herausgeber die gewünschte Mitarbeiterschaft und ein allgemeines Interesse zu verschaffen."

Es dürfte vielleicht nicht ganz leicht sein, aus diesen Worten, so wie sie dastehen, den eigentlichen und bestimmten Sinn herauszulesen; denn der Wunsch, der sich dem Herrn Ref. aufdrängt, und in dem sein Urteil sich niederschlägt: „dass wir Specialuntersuchungen nicht unternehmen sollen ohne den Ausblick auf allgemeine Fragen", ist, so gut er auch klingen mag, doch nicht sehr viel mehr als ein Aneinanderreihen von Worten. Jede Spezialuntersuchung muss in allen Fällen auch allgemeinen Fragen dienen, dadurch dass sie das Material für die Lösung eben solcher herbeischafft, auch dann, wenn das nicht mit besonderer Emphase ausdrücklich betont wird. Eine Spezialuntersuchung, die diesem Zwecke nicht dienstbar gemacht werden könnte, ist gerade so undenkbar, wie es der Versuch des Lösens einer allgemeinen Frage, ohne das Heranziehen von Spezialfällen ist. Wenn dieser Satz für jede wissenschaftliche Arbeit Geltung hat, so hat er sie in besonderem Masse für historische Forschung und Darstellung. Wie soll man sich wohl eine historische Spezialuntersuchung denken, die der allgemeinen Geschichtsdarstellung nicht zu dienen vermöchte, und wie eine solche, die in der Beantwortung einer besonderen Frage nicht zur Lösung einer allgemeinen mit beiträgt.

Es muss demnach dem Urteil des Herrn Ostwald ein anderer, tieferer Sinn zu Grunde liegen, der, da er nicht in den Zeilen, wohl zwischen denselben zu lesen ist. Und dieser Sinn ist offenbar der, nach des Herrn Ref. umfangreichem Werke „Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre" kann daran nicht gezweifelt werden, dass Herr Ostwald unter dem „Ausblick auf allgemeine Fragen" eine bestimmte Tendenz meint und eine solche in unserer Darstellung vermisst. Auf diesen Vorwurf will ich damit antworten, dass ich Herrn Ostwald erwidere: „Ich werde mich bestreben, dieses Vorwurfs in vollem Masse würdig zu werden."

Wie ich mir Geschichtsschreibung denke, und was ich von tendenziöser Geschichtsschreibung halte, habe ich bereits 1892 gelegentlich einer eingehenden Besprechung von JAGNAUX's „Histoire de la Chimie“ in der „Chemiker-Zeitung“ ausgesprochen. Ich darf darauf verweisen, will aber doch Herrn OSTWALD's Wunsch gern stattgeben und noch einmal darauf kurz zurückkommen.

LEOPOLD RANKE sagt in seiner „Geschichte der romanischen und germanischen Völker von 1494—1535“: „Man hat der Historie das Amt, die Vergangenheit zu richten, die Mitwelt zum Nutzen zukünftiger Jahre zu belehren, beigemessen: so hoher Ämter unterwindet sich gegenwärtiger Versuch nicht, er will bloss sagen, wie es eigentlich gewesen.“ —

Das darin ausgesprochene Programm des Altmeisters scheint mir allerdings zunächst eine nicht wohl erfüllbare Forderung zu stellen: denn, die Abstraktion soweit treiben, dass wir bei einer historischen Darstellung von jedweder Wertbeurteilung absehen und uns allein an der Aufzählung des Geschehenen genügen lassen, erscheint mir so gut wie unmöglich, und ist auch von RANKE selbst niemals durchgeführt worden. In so krasser Form, wie sie hier ausgesprochen ist, kann ich aber die Forderung auch als massgebend für die Historiographie überhaupt nicht gelten lassen. RANKE ist seinerseits in das entgegengesetzte Extrem verfallen. Kein Mensch würde das Anrühren eines blossen Breies von Thatsachen für Geschichtsschreibung halten. — Nicht weniger aber sollen wir uns, und deshalb habe ich gerade diese Stelle aus RANKE citiert, davor hüten, Tendenz zu schreiben, Geschichte zu schreiben, um eine vorgefasste Meinung zu beweisen, die Thatsachen so gruppieren, dass sie uns nur den Ausblick auf eine bestimmte, allgemeine Frage gestatten, oder uns gar einen Sockel für die Bewertung einer ganz bestimmten Richtung darbieten.

Die Aufgabe des Geschichtsschreibers besteht in einer doppelten Thätigkeit, in einer sammelnden und einer reproduzierenden. Bei der ersteren hat er sich möglichster Vollständigkeit zu befleissigen, und dieses Bestreben darf niemals als „Unsumme überflüssiger Arbeit“ bezeichnet werden; bei der zweiten, der reproduzierenden Thätigkeit, gilt es, möglichst

plastische Darstellung zu erreichen, dabei wird er von einer besonderen individuellen Beleuchtung sich nicht frei machen können, er wird Schlaglichter da aufsetzen müssen, wo ihm solche dienlich und richtig erscheinen und so der Geschichte unwillkürlich eine seiner Anschauung entsprechende Färbung erteilen, und dieser „persönliche Fehler“, der jedem menschlichen Thun anhaftet, kann bei der Geschichtsschreibung allein durch die Kenntnis möglichst des gesamten einschlägigen Materials gemildert werden. Aber das historische Material durchsieben, nur das sehen, was man sehen will, nur das beibringen, was einem in den Kram passt, dies ist „Verkennung der eigentlichen Aufgabe der Geschichte“, die immerhin vornehmlich darin besteht, uns zu zeigen, wie es war und wurde.

In diesem Zeigen, wie es war und wurde, liegt aber in allen Fällen schon die Beantwortung einer allgemeinen Frage, deren Bedeutung bei der Behandlung eines Stückes Geschichte einer Wissenschaft nicht zum mindesten darin liegt, dass sie uns die Wandelbarkeit der verbreitetsten und scheinbar festbegründetsten Anschauungen zeigt, wie auch uns vor dem weihrauchduftigen: „wie haben wir es nun so herrlich weit gebracht“ behütet. Und die hierin liegende, in neuerer Zeit besonders notwendige Stärkung der Selbstkritik, dürfte das Sichbefassen mit historischen Studien auch ohne den gewünschten „Ausblick“ sehr wohl berechtigt und nützlich erscheinen lassen.

Basel, am 29. April 1898.

Georg W. A. Kahlbaum.

Einleitung des Übersetzers.

Wenn man ULRICH's VON WILAMOWITZ-MOELLENDORFF klassische Einleitung in des Euripides „Hippolytos“: „Was ist übersetzen?“ kennt, so wird man, wiewohl dort im besondern von metrischer Übersetzung gehandelt wird, nur mit einem gewissen Bangen an ein Übersetzen herantreten, und mit noch grösserem Zagen wird man einen einmal unternommenen Versuch für abgeschlossen halten, so hoch ist da das Ziel gesteckt. Mir waren, bevor ich an die Übersetzung von ROSCOE's und HARDEN's: „New View of the Origin of Dalton's Atomic Theory“ ging, die dort aufgestellten Forderungen und meine Unfähigkeit, ihnen gerecht zu werden, sehr wohl bekannt. Dennoch habe ich dem Ansuchen Sir HENRY's ROSCOE ohne Zögern nachgegeben und mich an die Übertragung gemacht; so ganz schien mir die Arbeit in den Rahmen der Monographieen zu passen, und so wichtig erschien es mir, der deutschen Leserwelt die Akten über die Entstehung der Grundlagen unserer heut geltenden chemischen Theorie näher zu bringen. Dabei bot die Übersetzung noch ganz besondere Schwierigkeiten.

Das wichtigste Material zur Geschichte der Entstehung der DALTON'schen Theorie enthalten seine Tagebücher und Laboratoriumsnotizen. Es liegt in der Natur solcher Aufzeichnungen, dass sie meist nicht in wohldurchdachten Perioden und ausgebildeten Sätzen niedergeschrieben werden; es sind Aphorismen, die der Verfasser auf das Papier wirft, aufkeimende Gedanken, die oft genug später nicht weiter verfolgt werden, oder deren Ergänzung sich anderen Ortes findet. Oft auch verfällt der Schreiber aus gut gebauten Sätzen, mit denen er

beginnt, in Abkürzungen und Andeutungen und lässt sich, was ja nur zu verzeihlich ist, gewisse Nachlässigkeiten des Ausdrucks zu schulden kommen.

Bei der Wiedergabe in deutscher Sprache musste alledem Rechnung getragen werden, denn es wäre durchaus falsch gewesen und hätte die Aufzeichnungen ihrer Sonderart völlig entkleidet, hätte ich die Notizen immer zu ganzen Sätzen, die Andeutungen zu ausgesprochenen Behauptungen, ergänzen wollen. Wenn also die Übersetzung hie und da flüssiges Deutsch vermissen lässt, so trifft die Schuld daran nicht immer den Übersetzer; sondern sie ist in dem, was übersetzt werden musste, begründet. Etwas Ähnliches fand bei den Briefen statt, auch sie durften unmöglich alle so wiedergegeben werden, wie sie der Übersetzer geschrieben haben würde; Ungelenkheiten, die sich da etwa finden, sind, um Uniformität zu vermeiden, aus dem Englischen mit übernommen worden.

Eine weitere Schwierigkeit bot die chemische Kunstsprache. Statt der DALTON'schen Namen unsere heutigen deutschen zu verwenden, wäre wiederum durchaus falsch gewesen, deshalb wurde überall da, wo DALTON's eigener Text zu übertragen war, die Nomenklatur gewählt, deren sich FRIEDRICH WOLFF in seiner Übersetzung des New System vom Jahre 1812 bediente. Andere haben damals wohl andere, vielleicht bessere Namen, gebraucht; um aber die nötige Einheitlichkeit zu erzielen, wurde die einmal gewählte Sprache konsequent beibehalten, und, dass da diejenige WOLFF's die gegebene war, liegt auf der Hand. Die von den Herren ROSCOE und HARDEN gebrauchten Namen sind natürlich in unserer Sprache wiedergegeben. Bei den wenigen in den Briefen vorkommenden chemischen Bezeichnungen habe ich mich bemüht, die entsprechenden Ausdrücke der Autoren, die in dem weiten Zeitraum, den die Briefe umfassen, wechselnde chemische Sprache schien mir das zu bedingen, aufzufinden und wiederzugeben; z. B. BERZELIUS' „Arsenichtgeschwefeltes Schwefelkalium“.

Auch die von DALTON so häufig verwendeten Abkürzungen, wie sie eben bei Notizen gebräuchlich sind, gaben hin und wieder Anstoss, und es kostete manche Überlegung, richtig zu

ergänzen. So habe ich z. B. einmal „exp." zuerst nach „experiment" ergänzt, statt des heut im Englischen für „verpuffen" kaum noch gebräuchlichen „explode". Andererseits war es oft schwierig, auch wenn an der fehlerlosen Ergänzung der Abbreviaturen nicht zu zweifeln war, den Sinn dessen, was damit gesagt werden sollte, richtig zu erfassen. Einmal z. B. bei

carb.
c. ox. ox. acid.
100. — 47 — 94

blieb mir der Sinn verschlossen, und auch Sir HENRY ROSCOE, der mir sonst so oft hilfreich zur Hand ging, konnte hier keinen Aufschluss geben. Immerhin brachte bei den meisten derartigen dunklen Stellen das New System Auskunft, deshalb habe ich, um dem Leser das Verständnis zu erleichtern, vielfach, auch da, wo es im englischen Text nicht geschehen ist, darauf verwiesen und in allen Fällen die betreffenden Seitenzahlen der deutschen Ausgabe (Ein neues System des chemischen Teiles der Naturwissenschaft von JOHN DALTON. Aus dem Englischen übersetzt von FRIEDRICH WOLFF. Berlin bei Julius Eduard Hitzig, 1812) hinzugefügt. In allen Fällen, in denen aus diesem Werk citiert wurde, ist auch, der leichteren Kenntlichkeit halber, die dortige Orthographie beibehalten worden. Neben diesen Hinweisen habe ich auch sonst vielfach, zum Teil nur für den deutschen Leser, nötige Anmerkungen beigedruckt. So ist z. B. nicht vorauszusetzen, dass man in Deutschland weiss, was der „Helvellyn" ist. Alle von mir herrührenden Anmerkungen sind durch ein K. gekennzeichnet. Die der deutschen Ausgabe beigegebenen Bemerkungen von Sir HENRY ROSCOE und Dr. ARTHUR HARDEN weisen sich als solche durch ein R. u. H. aus, die aus der englischen Ausgabe übernommenen sind nicht besonders bezeichnet. Für die biographischen Notizen galt als Grundsatz, dass sie nur solchen Namen beigefügt wurden, die im 1. Hefte der Monographieen nicht vorkommen.

Zu grossem Danke bin ich Herrn Bibliothekar Dr. G. BINZ, Privatdozent für englische Sprache, verpflichtet, der mir jederzeit sein reiches Wissen zur Verfügung stellte und sich der

Mühe unterzog, die ganze Korrektur vergleichend durchzulesen. Auch Sir Henry Roscoe und Dr. Arthur Harden haben die Arbeit vor der endgültigen Drucklegung durchgesehen, meine vielfachen Anfragen beantwortet, und der Übersetzung ihre Genehmigung erteilt, so dass ich mich auch ihnen aufrichtig verbunden fühle. Um das Nachschlagen der biographischen Notizen hat sich mein früherer Assistent Dr. W. Roth verdient gemacht.

Die Facsimile-Abdrücke aus Dalton's Tagebüchern, wie auch sein Bild, das uns die prächtige Architektur des Kopfes zeigt, werden, hoffe ich, auch dem deutschen Leser, willkommene Beilagen sein.

Basel, am 30. April 1898.

Georg W. A. Kahlbaum.

Inhalt.

Seite

Einleitung 1

I. Kapitel.

Die Genesis von Dalton's Atomtheorie 4

II. Kapitel.

Dalton's wissenschaftliches Tagebuch 1802—1808 48

III. Kapitel.

Dalton's Atomgewichtszahlen 77

IV. Kapitel.

Aufzeichnungen für die in London im Dezember 1809 und Januar 1810 von der Royal Institution gehaltenen Vorlesungen . . . 92

V. Kapitel.

Briefe von und an Dalton 120



Einleitung.

Fast hundert Jahre sind dahingegangen, seitdem JOHN DALTON zuerst atomistische Anschauungen zur Lösung chemischer Probleme heranzog. Zweimal sind Leben und wissenschaftliche Leistungen des grossen Chemikers von Manchester der Gegenstand unabhängiger Forschung seitens seiner beiden hervorragenden Zeitgenossen CHARLES HENRY und ANGUS SMITH gewesen. Und doch sollte es noch möglich sein, neues Material zur Genesis seiner Ideen herbeizuschaffen. Das mag ja sonderbar erscheinen, erklärt sich aber daraus, dass man in den Räumen der Literary and Philosophical Society zu Manchester, in denen die Überzahl von DALTON's Experimentaluntersuchungen angestellt wurde, unerwartet eine Anzahl von Bänden auffand, die Vorlesungsnotizen und Laboratoriumstagebücher von seiner eigenen Hand enthielten. Ein sorgfältiges Studium derselben führte uns zu wesentlich anderen Ansichten über das Entstehen der chemischen Atomistik, als gemeinhin in Geltung sind.

Bisher vermutete man, dass der experimentelle Nachweis des Sichverbindens nach multiplen Proportionen es gewesen sei, der DALTON, als er nach einer Erklärung dieser auffallenden Erscheinung suchte, bewog, für die chemischen Verbindungen ein Zusammentreten von Atomen mit bestimmtem, charakteristischem Gewicht vorauszusetzen. Somit hätte er die atomistische Theorie zur Erklärung der durch die chemische Analyse schon erhärteten Thatsachen herangezogen.

Diese recht verbreitete Ansicht stützt sich übrigens mehr auf die Angaben der zeitgenössischen Chemiker als auf eine

ausdrückliche Darlegung des Entdeckers selbst; denn, so seltsam das auch klingen mag, DALTON hat in keiner seiner veröffentlichten Schriften auch nur den Versuch gemacht, uns über den ersten Ursprung seiner Ideen aufzuklären.

Nun aber haben wir in den, der Aufmerksamkeit seiner Biographen bisher entgangenen, neuerdings entdeckten Aufzeichnungen einen Bericht über diesen wichtigen Gegenstand von DALTON's eigener Hand gefunden.

Es ist zur Genüge bekannt, dass DALTON ein begeisterter Anhänger der NEWTON'schen Lehre von der atomistischen Konstitution der Materie war, und dass er durch diese zu der realistischen Vorstellung des Aufbaues der Gase kam, die einen so hervorstechenden Zug in seinen Spekulationen ausmacht. Von diesem seinem physikalischen Standpunkte aus scheint nun DALTON an die Atomtheorie herangetreten zu sein, und ausschliesslich physikalische Überlegungen scheinen ihn auf den Gedanken gebracht zu haben, dass den Atomen der verschiedenen Stoffe auch ein verschiedenes Gewicht zukommen muss. Dies führte ihn sogleich dahin, anzunehmen, dass chemische Verbindungen zwischen wechselnden Zahlen von Atomen mit bestimmtem Gewicht stattfinden.

Nachdem er sich diese Auffassung einmal zu eigen gemacht hatte, hielt er auch an ihr fest und stützte sie teils durch die Resultate eigener analytischer Befunde, teils durch solche anderer Chemiker.

Thatsächlich ist also das Verhältnis geradewegs umgekehrt als allgemein angenommen wird: Erst die Voraussetzung der Existenz von Atomen mit verschiedenen Gewichten hat DALTON zur Entdeckung des Gesetzes der multiplen Proportionen geführt.

Der erste Teil des vorliegenden Werkes berichtet eingehend über die Beweise, auf welche sich die oben ausgesprochene Behauptung gründet. Ihm folgt ein kurzer Auszug aus DALTON's täglichen Laboratoriumsaufzeichnungen vom Jahre 1802 an bis zur Veröffentlichung des ersten Teiles seines „New System of Chemical Philosophy" im Jahre 1808. Diese zeigen uns den Gedankengang und den Weg, den er in seinen experimentellen Untersuchungen während

der Zeit verfolgte, in welcher die atomistische Theorie in ihm reifte.

Im nächsten Kapitel besprechen wir dann die aufeinanderfolgenden und voneinander abweichenden Zahlenreihen, welche DALTON für die Atomgewichte der Elemente aufstellte, und weisen nach, wie weit dieselben aus seinen eigenen oder den Analysen anderer Chemiker abgeleitet sind. Daran reiht sich eine vollständige Wiedergabe der Notizen, die er für seine an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten gehaltenen Vorträge aufgezeichnet hat. Und endlich folgt als Beweis für das grosse Ansehen, dessen er sich bei seinen Zeitgenossen erfreute, eine Anzahl bisher ungedruckter Briefe.

Es ist uns eine angenehme Pflicht, dem Vorstand der Literary and Philosophical Society zu Manchester für die Bereitwilligkeit, mit der derselbe uns die Benutzung der im Besitze der Gesellschaft befindlichen Manuskripte gestattete, auch an dieser Stelle unseren verbindlichsten Dank auszusprechen.

I. Kapitel.

Die Genesis von DALTON's Atomtheorie.

Wie wir wissen, ist die erste Bekanntgabe der DALTON'schen Atomtheorie einer Arbeit „Über die Absorption der Gase durch Wasser und andere Flüssigkeiten" angehängt, die vor einem erlesenen Auditorium von neun Mitgliedern und Freunden der Literary and Philosophical Society zu Manchester am 21. Oktober 1803 gelesen, und, vom gleichen Tage datiert, in den Denkschriften der Gesellschaft vom November 1805 gedruckt wurde.

Am Schluss dieser Arbeit bemerkt DALTON: „Die grösste Schwierigkeit erwächst der mechanischen Hypothese daraus, dass die verschiedenen Gase verschiedenen Gesetzen gehorchen. Warum nimmt Wasser nicht von allen Gasen gleichviel auf?[1]) Ich habe mir diese Frage gründlich überlegt und obwohl ich zu keinem mich völlig befriedigenden Schlusse gelangt bin, halte ich es fast für sicher, dass dies von dem Gewicht und der Zahl der kleinsten Teilchen der verschiedenen Gase abhängt. Die-

---

[1]) Dieser Satz ist von Gilbert in seinen Annalen, Jahrgang 1808, 4. Stück, S. 411, folgendermassen übersetzt worden: „Warum lässt Wasser nicht von jeder Gasart ein seinem Volumen gleiches Volumen in sich eindringen?" Diese Übersetzung ist dann von Ostwald in „Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 3: Die Grundlagen der Atomtheorie", S. 12, übernommen worden. Sie ist aber zweifellos falsch und nur entschuldbar aus der allerdings vielleicht nicht ganz klaren englischen Ausdrucksweise; über den Sinn aber kann ein Zweifel gar nicht aufkommen. Auch sonst ist noch hie und da falsch übersetzt. K.

jenigen, deren Teilchen frei für sich existieren und die leichtesten sind, sind auch die am wenigsten absorbierbaren, und die anderen sind es um so mehr, je mehr sie an Gewicht und Zusammengesetztheit zunehmen. Soviel ich weiss, sind Untersuchungen über das relative Gewicht der kleinsten Teilchen, wie ich sie letzthin mit bemerkenswertem Erfolge angestellt habe, etwas durchaus Neues. Auf die Prinzipien, nach denen ich dabei verfuhr, kann ich an dieser Stelle nicht eingehen; doch will ich die Resultate meiner Versuche, soweit sie mir gesichert scheinen, hier folgen lassen:

„Tabelle der relativen Gewichte der kleinsten Teilchen gasförmiger und anderer Körper.

Wasserstoff	1
Stickstoff	4.2
Kohlenstoff	4.3
Ammonium	5.2
Sauerstoff	5.5
Wasser	6.5
Phosphor	7.2
Phosphorhaltiges Wasserstoffgas	8.2
Salpetergas	9.3
Äther	9.6
Kohlenoxydgas	9.8
Oxydiertes Stickgas	13.7
Schwefel	14.4
Salpetersäure	15.2
Schwefelhaltiges Wasserstoffgas	15.4
Kohlensäure	15.3
Alkohol	15.1
Schweflichte Säure	19.9
Schwefelsäure	25.4
Kohlehaltiges Wasserstoffgas aus Sümpfen	6.3
Ölmachendes Gas	5.3“

In ihren Grundzügen stellte Dalton die neue Theorie schon in den, im Dezember 1803 und Januar 1804 vor der Royal Institution in London, und im Jahre 1807 in Edinburg gehaltenen Vorlesungen dar; dem grossen Publikum aber wurde sie erst durch einen kurzen Bericht bekannt, der im 3. Bande, S. 424—451, von Dr. Thomas Thomson's

„System of Chemistry“ 3. Auflage 1807, erschien. Bald darauf veröffentlichte auch DALTON selbst eine ausführliche Mitteilung über seine Theorie nebst einer erweiterten Tabelle der Atomgewichte im 1. Teile seines „New System of Chemical Philosophy“ (Manchester 1808), in welchem sie das 3. „On Chemical Synthesis“ überschriebene Kapitel ausmacht. Die zweite Abteilung des ersten Bandes dieses Werkes, die 1810 veröffentlicht wurde, enthält die Anwendung dieser Theorie auf die Chemie der Elemente wie der Verbindungen zweier Elemente, und eine neue Tabelle der Atomgewichte p. 546—547. (Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 390—391).

Die erste veröffentlichte Atomgewichtstabelle lässt ohne weiteres erkennen, dass der Autor die Thatsachen, die ihren Ausdruck in dem Gesetze der konstanten und multiplen Proportionen finden, voll erfasst hatte. Dies sieht man deutlich an den beiden Kohlenwasserstoffen und den Sauerstoffverbindungen des Schwefels, der Kohle und des Stickstoffs. Die für „Salpetergas“ und „oxydiertes Stickgas“ gegebenen Zahlen sind zweifellos Druckfehler; zu lesen ist 9.7 und 13.9.

Interessant ist nun die Frage, ob DALTON durch die Ergebnisse seiner Analysen zu dieser Art Deutung geführt wurde, oder ob die Korpuskulartheorie ihn veranlasste, theoretische Schlüsse über die Art und Weise, in der die chemische Vereinigung vor sich geht, zu ziehen, welche er nachher in Übereinstimmung mit den Thatsachen fand. Mit anderen Worten: Wurde die Atomtheorie von DALTON aus dem experimentellen Nachweis des Gesetzes der multiplen Proportionen abgeleitet, oder gelangte er zu diesem Gesetz als einer notwendigen Folge des atomistischen Aufbaues der Materie?

Was an Beweismaterial über diesen Punkt von den verschiedenen Biographen des grossen Chemikers von Manchester und von den Geschichtsschreibern der Chemie bisher zusammengetragen worden ist, kann uns nicht befriedigen und ist eher geeignet, unsere Meinung zu trüben als sie zu klären.

Am deutlichsten von allen spricht sich noch THOMSON aus, der im August 1804 ein oder zwei Tage bei DALTON weilte und von dort die klare und deutliche Vorstellung über das Wesen der neuen Theorie mitbrachte, die er drei Jahre später in seinem

„System of Chemistry“ veröffentlichte. Er sagt: „DALTON erzählte mir, dass ihm der Gedanke an die Atomtheorie zuerst während seiner Untersuchungen über die Natur des ölmachenden und des Sumpfgases, die zu jener Zeit noch nicht genügend aufgeklärt war, und deren Zusammensetzung erst durch ihn mit Sicherheit festgestellt wurde, gekommen sei. Erst durch seine Arbeiten wurde ersichtlich, dass beide nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff und aus nichts sonst bestehen, und ferner fand er, dass, wenn in beiden gleichviel Kohlenstoff angenommen wird, im Sumpfgas genau doppelt soviel Wasserstoff als im ölmachenden Gas enthalten ist. Dies veranlasste ihn, das Verhältnis dieser Bestandteile in Ziffern auszudrücken und das ölmachende Gas als eine Verbindung eines Atoms Kohlenstoff mit einem Atom Wasserstoff, und das Sumpfgas als eine solche eines Atoms Kohlenstoff mit zwei Atomen Wasserstoff zu betrachten. Nachdem er einmal zu einer solchen Vorstellung gelangt war, wandte er dieselbe auf Kohlenoxyd, auf Wasser, Ammonium u. s. w. an, und leitete aus den besten damals bekannten Analysen die Atomgewichte des Sauerstoffs, Stickstoffs u. s. f. ab.“ (History of Chemistry, Vol. 2, p. 291).

Zu dieser Darstellung macht HENRY in seinem „Life of Dalton“ auf p. 80 folgende Bemerkung: „In einer späteren biographischen Mitteilung über DALTON, die er am 5. November 1845 [1]) vor der Glasgow Philosophical Society las, wiederholt Dr. THOMSON diese Darstellung, während er in seiner im November 1850 gelesenen Notiz über WOLLASTON folgendes behauptet: „DALTON gründete seine Theorie auf die Analysen zweier Gase, des Protoxyds und Deutoxyds des Stickstoffs . . . das erste betrachtete er als eine Verbindung eines Atoms Stickstoff mit einem Atom Sauerstoff, und das zweite als eine Verbindung eines Atoms Stickstoff mit zwei Atomen Sauerstoff.“ Ohne Zweifel ist die erste Darstellung die korrektere, denn DALTON betrachtete das oxydierte Stickgas niemals als eine „binäre Verbindung“, vielmehr bestand dasselbe nach ihm aus zwei Atomen Stickstoff und einem Atom Sauerstoff, das Salpetergas dagegen aus einem Stickstoff und einem Sauerstoff. Vergleiche dazu alle seine nach und nach

[1]) Dalton starb 27. VII. 1844. K.

veröffentlichten Atomgewichtstabellen und seinen Brief an Dr. DAUBENY.[1]) — Atomic Theory p. 477."

THOMSON's Bericht in seiner „Geschichte" ist im allgemeinen von den Chemikern als den Thatsachen entsprechend angesehen worden, und man war meist der Meinung, er werde durch DALTON's eigene Angaben über die Zusammensetzung des Sumpfgases bestätigt. In dem New System Vol. 1 p. 444 (Deutsche Ausgabe Bd. 2 S. 255) sagt dieser indess: „Es scheint jedoch, dass vor Einführung und Anwendung der atomistischen Theorie zur Untersuchung dieses Gegenstandes man sich keine richtigen Begriffe in Ansehung der Gasart[2]), welche zu beschreiben ich im Begriff bin, gemacht habe. Es war im Sommer 1804, als ich zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten das brennbare Gas aus stehenden Gewässern sammelte."

Es zeigt sich nun, wie das schon Dr. DEBUS in einem vor kurzem in deutscher Sprache erschienenen Büchlein „Über einige Fundamentalsätze der Chemie"[3]) vermutet hatte, dass diese Stelle gerade das Gegenteil von dem besagen will, was HENRY, KOPP und andere Geschichtsschreiber unserer Wissenschaft annahmen.

Nach dieser neuen Anschauung ist es also die Atomtheorie, welche die bestehende Verwirrung über die Zusammensetzung des Sumpfgases klären half, nicht aber war es die Analyse dieses Gases, welche zur Atomtheorie führte.

Weitere Beiträge zur Lösung dieser Frage bringt HENRY: Er berichtet über zwei Gespräche, die sein Vater und er selbst mit DALTON gehabt haben. Das erste datiert vom 13. Februar 1830 und hat folgenden Wortlaut: „DALTON wohnt seit 36 Jahren in Manchester. In seinem Buch „Über Meteorologie", das vor seiner Übersiedelung nach hier schon gedruckt, aber noch nicht auf den Markt gebracht

---

[1]) Daubeny, Charles Giles Bridle 1795—1867. Geb. in Stratton, in Gloucestershire, Chemiker, Botaniker und Geologe. 1822 Prof. der Chemie in Oxford, 1834 Prof. der Botanik ebendaselbst, starb dort 1867; gab 1831 heraus: Introduction to the Atomic Theory. K.

[2]) Sumpfgas.

[3]) Cassel, Hofbuchhandlung von Gustav Klaunig, 1894.

war, lässt er bereits auf p. 132 deutlich seine Ansichten über das selbständige Bestehen von Wasserdampf in der atmosphärischen Luft voraussehen. Damals war die Theorie der chemischen Lösung [1]) fast allgemein angenommen. Diese Anschauungen bildeten den Keim zu seiner Atomtheorie, weil sie ihn notwendigerweise zwangen, anzunehmen, dass die Gase sich aus unabhängigen Atomen aufbauten. Diese Darstellung des Ursprungs seiner Spekulationen, die ihn zur Lehre der einfachen Multiplen führten, und des Einflusses von Richter's Tabellen auf seine Anschauungen bestätigte er mir nachmals von neuem" (Henry, Life of Dalton, p. 62—63). Über das zweite Gespräch wird in Henry's Tagebuch mit folgenden Worten berichtet: „5. Februar 1824. Zu den Spekulationen, die in Dalton die Atomtheorie gebaren, wurde er zuerst durch Richter's Versuche über die neutralen Salze angeregt. Dieser Chemiker bestimmte, wieviel von irgend einer Base, z. B. Pottasche, nötig ist, um 100 Teile Schwefelsäure zu sättigen, und ermittelte dann diejenigen Mengen verschiedener anderer Säuren, welche dieselbe Menge Pottasche ebenfalls sättigten. Darauf wurden die Gewichte der anderen alkalischen Basen aufgesucht, welche mit 100 Teilen Schwefelsäure in chemische Verbindung traten, und diese mussten, wie einleuchtend (?), den früher zur Sättigung der verschiedenen Säuren bestimmten Mengen äquivalent sein. Nach diesen Grundsätzen wurde eine Tabelle zusammengestellt, welche die Verhältnisse, in denen die Säuren sich mit den alkalischen Basen zu neutralen Salzen verbinden, angab. Es fiel Dalton sofort auf, dass, wenn diese Salze aus 1 Atom Säure und 1 Atom Alkali zusammengesetzt wären, die Zahlen dieser Tabellen die relativen Gewichte der kleinsten Teilchen ausdrücken müssten. Durch eine neue Entdeckung von Proust wurden diese Anschauungen bestärkt und erweitert. Derselbe behauptete, dass die Verbindungen des Eisens mit dem Sauerstoff ganz bestimmte sind; mit anderen Worten: dass sich 100 Teile Eisen mit 28 oder 42 Teilen Sauerstoff, nicht aber mit dazwischen liegenden Mengen verbinden. Dessenungeachtet erkannte er das Vor-

---

[1]) Vergl. unten S. 14. K.

handensein multipler Proportionen nicht. Dieses Gesetz wurde erst von DALTON entwickelt und trug in hohem Masse zur Begründung seiner Atomtheorie bei."

Dass die soeben im einzelnen durchgenommenen Darlegungen zum Teil einander widersprechen, ist HENRY nicht entgangen, und so fasst er denn (Life of Dalton p. 85) den Inhalt aller in folgender Weise glücklich zusammen. Er sagt: „Meiner Meinung nach hat DALTON in den drei Jahren 1802—1804, in welchen die hauptsächlichsten Grundlagen zur Atomtheorie gelegt wurden, ruhig und reiflich alle Erscheinungen des chemisch Sichverbindens, die ihm aus eigenen oder fremden Untersuchungen bekannt waren, erwogen, wobei er dann, als etwas für ihn viel Bedeutsameres als für alle seine Vorgänger, auch deren Erfahrungsgesetze der konstanten und reciproken Proportionen, wie auch seine eigene Entdeckung der multiplen Proportionen und seine Untersuchungen über die Chemie der gasförmigen Stoffe in seinen umfassenden Überblick mit hineinbezog. Als er dann 20 Jahre später gesprächsweise die Arbeit vergangener Zeiten wieder an sich vorüberziehen liess, mag er bei der Darlegung der Vorarbeiten für seine grosse Entdeckung sich in der Angabe der genauen zeitlichen Aufeinanderfolge geirrt haben. Wahrscheinlich entsprechen seine unmittelbaren Äusserungen gegen Dr. THOMSON aus dem Jahre 1804, als er noch eifrig mit eben diesen Untersuchungen beschäftigt war, dem wirklichen Verlaufe besser, und das um so eher, als sie durch die besondere Richtung aller seiner vorangehenden Untersuchungen bestätigt werden; auf jeden Fall ist es aber die unabweisliche Pflicht eines gewissenhaften Geschichtsforschers, über alle in seinem Besitz befindlichen Dokumente getreulich zu berichten." In einer Fussnote zu dieser Stelle fügt HENRY hinzu: „Die Annahme, dass DALTON mit den RICHTER'schen Schriften erst nach seinen Versuchen mit den beiden Kohlenwasserstoffen und den anderen Gasen bekannt wurde, und dass diese Schriften seine Atomlehre vielmehr bestätigten, als sie ursächlich anregten, erhält durch die folgenden entscheidenden Worte Dr. THOMSON's eine starke Stütze: „Ich weiss nicht, wann er diese Idee gefasst hat, aber, als ich ihn im Jahre 1804 in Manchester besuchte, hatte er sie schon

gefasst; und zu jener Zeit wussten wir beide, DALTON und ich, noch nicht, was von RICHTER für den gleichen Gegenstand geleistet worden war.“ (Proc. Phil. Soc. of Glasgow, 1845—46, p. 86).

Zu ganz den gleichen Ergebnissen wie HENRY kommt auch ANGUS SMITH. „Von dem Beginn seines wissenschaftlichen Lebens an,“ so schreibt er, „war DALTON gewohnt, sich Gedanken über die Zusammensetzung der Atmosphäre zu machen, wie man das schon aus seiner Meteorologie von 1793 ersehen kann. Die Vorliebe für diese Studien blieb ihm und führte ihn zu dem der Gase im allgemeinen. Die auf Seite 43 angeführten Versuche über Salpetergas und Sauerstoff, und die später in einem Citat aus Dr. THOMSON erwähnten, weisen uns den Weg, auf welchem er dazu kam, das Vorhandensein bestimmter und fester Verhältnisse anzunehmen und experimentell zu beweisen“ (Memoir of Dalton p. 231).

Dagegen kommt DEBUS in der bereits angezogenen Schrift „Über einige Fundamentalsätze der Chemie, insbesondere das DALTON-AVOGADRO'sche Gesetz“ zu ganz anderen Schlüssen. Wie schon oben angedeutet wurde, legt er DALTON's eigene Bemerkungen über die Entdeckung der Beziehungen zwischen ölbildendem Gas und Sumpfgas in anderer und zweifellos natürlicherer Weise aus, als das bisher geschehen ist. THOMSON braucht in seinem Bericht über die Atomtheorie von 1807 die Ausdrücke „relative Dichte“ oder „Atomdichte“ als synonym mit „Atomgewicht“, während DALTON ausschliesslich die letztere Bezeichnung wählt. Davon geht DEBUS aus und schliesst, dass zur Zeit, als DALTON seine Theorie THOMSON auseinandersetzte, er noch der Meinung gewesen sein müsse, dass diese zwei Beziehungen „relative Dichte“ und „relatives Gewicht der Atome“ gleichbedeutend seien, oder, was DEBUS für das gleiche zu halten scheint, dass die relativen Dichten der Gase mit den relativen Gewichten ihrer Atome identisch seien. Seine Anschauung sucht er durch ein Citat aus DALTON's New System p. 188 (Deutsche Ausgabe S. 210), zu stützen, in welchem es heisst: „Zu der Zeit, als ich meine Theorie über die gemischten Gasarten entwarf, hatte ich, wie wohl viele noch

haben, sehr verwirrte Ansichten über die kleinsten Theilchen, aus welchen die Gasarten bestehen. Ich nahm an, dass dieselben in den verschiedensten Gasarten dieselbe Grösse haben, und dass ein bestimmtes Volumen Sauerstoffgas eben so viele Theilchen als dasselbe Volumen Wasserstoffgas enthalte; oder, wenn dieses nicht der Fall seyn sollte, dass es uns an Datis fehle, aus welchen dieser Gegenstand bestimmt werden könne."[1]) Auf die Stärke dieses Argumentes hin schliesst Debus[2]) (a. a. O. S. 58): „Dalton suchte nun die Atomgewichte nach den im Kapitel „Chemische Synthese" beschriebenen Hypothesen zu bestimmen, um so Thatsachen zur Bestätigung oder Widerlegung dieses Satzes, des Gesetzes der gleichen Gasräume, zu gewinnen. Die Atomgewichte waren den Gasdichten nicht proportional, und so liess Dalton

---

[1]) Wir haben auch diese Stelle wörtlich aus der deutschen Ausgabe citiert, wogegen Debus das englische Original selbständig übersetzt hat. Das im Text lautende „confused idea" giebt er glücklicher mit „verworrene Vorstellung" wieder und macht dazu folgende Bemerkung: „Die Vorstellung an sich ist nicht verworren, sondern vollkommen klar und deutlich. „verworren" bezieht sich auf den Ursprung derselben, Dalton konnte keine zureichenden Gründe für dieselbe anführen. Die Bezeichnung rührt von Leibnitz her. Eine verworrene Vorstellung ist nach ihm an sich klar, wir können sie nur nicht in ihre Elemente auflösen, aus deren Zusammenwirken sie hervorgeht. Darstellung und Kritik der Leibnitz'schen Philosophie von L. Feuerbach, Ansbach 1837, S. 55." Debus a. a. O. S. 52. K.

[2]) Seit der Veröffentlichung der englischen Ausgabe dieses Werkes haben die Autoren (Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. 22, 1897, S. 248) in Erwiderung auf Debus' Einwendungen (Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. 20, 1896, S. 378) darauf hingewiesen, dass die, in diesem Satze gegebene, Darstellung auf einem Missverständnisse beruht. Das Argument, Thomson und Dalton hätten 1804 geglaubt, die Volume aller Gase enthalten eine gleiche Zahl von Atomen, kann doch nicht aufrecht erhalten werden. Wenn dem so gewesen wäre, hätten sie dem Wasser, das, wie sie wussten, sich durch die Vereinigung von etwa 2 Volumen H mit 1 O bildete, die Formel H_2O geben müssen, während sie ihm in Wirklichkeit durchweg eine symbolische Formel, entsprechend unserem HO, zuschrieben. Thatsache ist es ferner, dass Thomson in der ganzen Stelle, auf die Debus sich bezieht, den Ausdruck „Dichte eines Atoms" in der Bedeutung seines „Atomgewichtes" gebraucht, denn er wendet den Ausdruck nicht nur auf die Atome der gasförmigen Substanzen, sondern auch auf die fester und flüssiger Körper an. R. u. H.

den Satz vom gleichen Atom- oder Molekularvolumen der Gase fallen.“ DEBUS meint weiter, dass die eben citierte Stelle DALTON den Ruhm einbringt, neben AVOGADRO als Mitentdecker dessen, was er durch die ganze in Frage kommende Broschüre als das „DALTON-AVOGADRO'sche Gesetz“ bezeichnet, genannt zu werden.

Ein unerwartetes Licht ist auf diese verzwickte Frage durch den Inhalt einer Anzahl von Manuskriptbänden geworfen worden, die vor nicht langer Zeit unter den im Besitz der Literary and Philosophical Society zu Manchester befindlichen Papieren DALTON's gefunden wurden. Dieselben enthalten an erster Stelle eine lange Reihe Laboratoriumsaufzeichnungen, die mit dem Jahre 1802 beginnen und bis in DALTON's letzte Lebensjahre reichen. Sie stellen ein fast ununterbrochenes Protokoll über die experimentellen Arbeiten dar, denen er sich während seines ganzen Lebens so ungeteilt hingab, und die ihn mit dem Material zu seinem grossen Werke „A New System of Chemical Philosophy“ versorgten. Diese Notizen sind in zwölf Bände vereinigt, von denen jeder Sammelband wieder aus einer Anzahl von Notizbüchern aus unliniiertem Papier, die aus ihren Originalumschlägen herausgenommen und zusammengebunden sind, besteht. Oft beginnen die Notizbücher an beiden Enden, einzelne von ihnen sind angefangen, blieben dann lange Zeit ungebraucht liegen, um bei Bedarf wieder benutzt zu werden. Ausserdem scheinen mehrere von ihnen noch gleichzeitig für verschiedene nebeneinanderlaufende Versuche gebraucht worden zu sein.

Zu diesen äusserst wertvollen und interessanten Laboratoriumsaufzeichnungen gesellt sich ein vom 3. Febr. 1810 datiertes Heft, in welchem sich Notizen zu den letzten 6 von den 20 in diesem Jahre in London vor der Royal Institution gehaltenen Vorlesungen finden.

Die 15. und 16. Vorlesung handeln von der Wärme, aber die nächste, die am 27. Januar 1810 gehalten wurde, ist für die Genesis der Atomtheorie von so grossem Interesse und von so grosser Wichtigkeit, dass es gestattet sein wird, sie hier wörtlich folgen zu lassen.

17. Vorlesung. — Die chemischen Elemente.

Da die folgenden Vorlesungen über die chemischen Elemente und ihre Verbindungen vielleicht für manchen allerhand Neues enthalten und ihm wichtig erscheinen mögen, so wird es angemessen sein, vorher einen kurzen historischen Überblick über den Gedankengang und die Erfahrungen, die mich zu den weiter unten im einzelnen dargelegten Schlüssen führten, zu geben.

Seit langem beschäftige ich mich mit dem Anstellen meteorologischer Beobachtungen, und habe viel über die Natur und Beschaffenheit der Atmosphäre nachgedacht. Dabei fiel mir immer auf, wie es möglich sei, dass eine „*zusammengesetzte*“ Atmosphäre, d. h. ein Gemenge von zwei oder mehr elastischen Flüssigkeiten augenscheinlich eine homogene oder eine in allen mechanischen Beziehungen mit einer einfachen übereinstimmende Atmosphäre bilden kann.

Newton hat im 23. Prop. des zweiten Buches seiner „*Principia*“ deutlich auseinandergesetzt, dass eine elastische Flüssigkeit aus kleinen Partikeln oder Atomen von Materie besteht, welche sich mit einer Kraft abstossen, die der Abnahme ihrer gegenseitigen Entfernung proportional wächst. Da nun durch neuere Entdeckungen nachgewiesen ist, dass die Atmosphäre aus drei oder mehr elastischen Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischen Gewicht besteht, so wollte es mir nicht klar werden, wie dieser Satz Newton's auf einen Fall, von dem er natürlich noch gar nichts wissen konnte, anzuwenden ist.

Dieselben Schwierigkeiten stellten sich Dr. Priestley entgegen, der diese zusammengesetzte Natur der Atmosphäre entdeckt hat. Er konnte nicht begreifen, warum der Sauerstoff, als der spezifisch schwerere Teil, nicht eine besondere Luftschicht am Boden der Atmosphäre, und der Stickstoff eine solche ganz oben ausmacht. Gewisse Chemiker auf dem Kontinent, soviel ich weiss die französischen, glaubten, eine Lösung dieser Schwierigkeit in der *chemischen Affinität* gefunden zu haben. Ein Gas sollte in dem anderen gelöst sein, und diese Verbindung sollte ihrerseits wieder Wasser lösen; daher die *Verdampfung*, der *Regen* u. s. w. Die Ansicht, dass die Luft Wasser löse, war die zuerst herrschende und bahnte der anderen, dass eine Luft auch die andere lösen könne, den Weg. Man hielt dieser Auffassung entgegen, dass es kein ausschlaggebendes Kennzeichen für das Eintreten einer chemischen Verbindung beim Mischen einer Luftart mit einer anderen gäbe. Die Antwort lautete, die Affinität wäre nur eine sehr geringe und durchaus nicht von jener energischen Art, wie sie in den meisten anderen Fällen beobachtet werde.

Ich will hinzufügen, dass dies noch heute die herrschende

Lehre in den meisten chemischen Schulen Europas ist, oder es doch noch bis vor kurzem war.

Um die chemische Theorie der Atmosphäre mit der NEWTON'schen Lehre von den sich abstossenden Atomen oder Partikeln in Einklang zu bringen, oder richtiger, sie darauf anzuwenden, machte ich mich daran, auf dem Papier meine Atome miteinander zu verbinden. Ich zeichnete mir nahe bei einander ein Atom Wasser, eines Sauerstoff und eines Stickstoff, schlug rund herum einen Kreis, der eine Atmosphäre von Wärmestoff darstellen sollte, und wiederholte diese Operation, fand dabei aber, dass mein Vorrat an wässerigen Partikeln bald erschöpft war, da diese nur einen geringen Teil der Atmosphäre ausmachen. Dann verband ich von meinen Atomen je eines Sauerstoff mit je einem Stickstoff, aber nun gingen mir meine Sauerstoffatome bald aus; jetzt warf ich alle übrigbleibenden Stickstoffpartikeln in das Gemenge und überlegte, wie das allgemeine Gleichgewicht hergestellt werden könne.

Meine ternären Verbindungen von Wasser, Sauerstoff und Stickstoff waren ihrer grösseren Schwere wegen ganz prächtig geneigt, hinab zu sinken und den untersten Platz einzunehmen, die binäre Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff strebte nach der Mitte und der Stickstoff nach oben. Diesem Übelstande half ich dadurch ab, dass ich meinen schweren Partikeln die Schwingen streckte, d. h. sie mit einer grösseren Atmosphäre Wärmestoff umgab, wodurch sie an jeder Stelle des Gefässes schweben konnten. Unglücklicherweise bekam aber dadurch das ganze Gemenge das gleiche spezifische Gewicht wie der Stickstoff — das aber durfte auch keinen Augenblick angenommen werden. Kurzum, ich musste die Hypothese von der chemischen Konstitution der Atmosphäre, als gänzlich unvereinbar mit den Thatsachen, aufgeben.

Es blieb nur ein Ausweg, nämlich, jedes einzelne individuelle Teilchen von Wasser, Sauerstoff oder Stickstoff mit Wärmestoff zu umgeben, und anzunehmen, dass jedes, sowohl wenn es mit anderen gemischt, als wenn es nur mit seinesgleichen zusammen vorkommt, ein besonderes Repulsionscentrum bildet. Aber auch diese Hypothese litt unter den gleichen Schwierigkeiten, denn immer musste mein Sauerstoff den untersten Platz einnehmen, mein Stickstoff den mittleren und mein Dampf den obersten.

Im Jahre 1801 verfiel ich auf eine Annahme, welche diese Schwierigkeiten vollständig hob.

Nach dieser hätten wir anzunehmen, dass die Atome einer Art diejenigen einer anderen Art nicht abstossen, sondern nur diejenigen der eigenen Art. Diese Hypothese erklärt das Diffundieren eines Gases durch ein anderes, wie auch immer die spezifischen Gewichte sein mögen, auf das beste, und bringt die Gas-

gemische vollkommen mit der NEWTON'schen Theorie in Einklang. Jedes Atom der beiden oder aller in Mischung befindlichen Gase wäre das Repulsionscentrum für die nächsten Teilchen seiner eigenen Art, während die der anderen Art für dasselbe nicht in Betracht kommen. Alle Gase vereinigen ihre Kräfte dahin, den ihnen entgegenwirkenden Druck, sei es der der Luft oder irgend ein anderer, zu überwinden.

So gut sich diese Hypothese nun bei ihrer Anwendung auch bewähren mochte, so litt sie doch an gewissen Unwahrscheinlichkeiten. Denn wir waren gezwungen, soviel abstossende Kräfte, als es Gase giebt, vorauszusetzen und mussten ferner annehmen, dass die Wärme auch nicht in einem einzigen Falle abstossend wirke; das sind aber doch offenbar wenig wahrscheinliche Voraussetzungen. Zudem fand ich bei einer Reihe von Versuchen, die in den Denkschriften von Manchester veröffentlicht wurden, dass die Diffusion der Gase durcheinander nur langsam vor sich geht und erhebliche Kräfte zu erfordern scheint.

Als ich weiter darüber nachdachte, fiel mir ein, dass ich niemals den Einfluss der verschiedenen Grösse der Partikel der elastischen Flüssigkeiten in Betracht gezogen hatte. Unter „Grösse“ begreife ich die harten Partikeln im Mittelpunkt samt der darum gelagerten Atmosphäre von Wärmestoff. Wenn in einem gegebenen Volumen Luft z. B. nicht absolut die gleiche Zahl von Sauerstoffatomen wie von Stickstoffatomen enthalten ist, so muss die Grösse der Sauerstoffteilchen von derjenigen der Stickstoffteilchen verschieden sein, und wenn die Grössen verschieden sind, so kann sich auch, vorausgesetzt, dass die Wärme die abstossende Kraft ist, kein Gleichgewichtszustand zwischen Teilchen ungleicher Grösse, die aufeinander drücken, einstellen. Vgl. die Zeichnung. —[1])

Dieser Gedanke kam mir im Jahre 1805, und ich fand bald genug, dass die Grösse der Gasteilchen verschieden sein müsse; denn ein Volumen Stickstoff und ein Volumen Sauerstoff geben, wenn sie chemisch miteinander verbunden werden, nahezu zwei Volumen Salpetergas, und die zwei Volumen können nicht mehr Atome Salpetergas enthalten, als das eine Volumen Stickstoff oder Sauerstoff enthielt. Vgl. die Zeichnung. — [1]) Daraus schliesse ich, dass die verschiedenen Gase durch die Grösse ihrer Atome unterschieden sind, und finde darin die Erklärung für die Diffusion der Gase durcheinander ohne Zuhilfenahme einer anderen abstossenden Kraft, als der einen wohlbekannten, nämlich der Wärme.

Das also sind meine derzeitigen Anschauungen über den Aufbau gemischter elastischer Flüssigkeiten.

---

[1]) Die Zeichnungen, auf welche hier verwiesen wird, sind in den Notizen nicht wiedergegeben.

Nachdem ich so die Ansicht von der Verschiedenheit der Grösse der Teilchen der elastischen Flüssigkeiten bei gleichem Druck und gleicher Temperatur gefasst hatte, trat an mich auch die Aufgabe heran, in einem gegebenen Volumen die relative Grösse und das relative Gewicht der Atome gleichzeitig mit ihrer relativen Zahl zu bestimmen. Dies führte mich zur Betrachtung der gasförmigen Verbindungen und der Zahl von Atomen, die in eine solche Verbindung eintreten, deren Einzelheiten in dem folgenden noch ausführlicher behandelt werden sollen. Neben den elastischen Flüssigkeiten zog ich noch andere Körper, sowohl feste wie tropfbare, wegen ihrer Verbindung mit gasförmigen, ebenfalls zur Erforschung heran und stellte so eine ganze Reihe von Versuchen an, um Zahl und Gewicht aller chemischen Grundstoffe, die miteinander irgend welche Verbindung eingehen, festzustellen.

1. Teilbarkeit der Materie betrachtet. — Atome. — Vgl. NEWTON's Ideen.

2. Elastische Flüssigkeiten zeigen die Materie in weitgehendster Teilung. NEWTON B. 2. Prop. 23. (Vergl. unten S. 115.)
   Wasserstoff und Sauerstoff können auch vermittelst Elektrizität nicht in noch feinere Wesen zerlegt werden. Gleich feinem Mehl u. s. w., Zucker u. s. w.
   Zusammengesetzte Gase, wie Salpetergas und Kohlensäure, werden durch Elektrizität in ihre letzten Elemente zerlegt.

3. Andere Körper sind gerade so gut, wie die elastischen Flüssigkeiten, aus Atomen zusammengesetzt. — Kohle, Schwefel, Phosphor. Da sich die Metalle mit den Atomen der elastischen Flüssigkeiten verbinden, zeigen sie, dass auch sie aus Atomen bestehen.

4. Alle Atome der gleichen Art sind untereinander gleich an Gewicht, Gestalt.

5. Atome verschiedener Art sind ungleich an Gewicht u. s. w. Vergl. NEWTON, 2.

6. Bis sie zerlegt sind, müssen die Körper als einfache angesehen werden.

7. Chemische Synthese. Zwei Teilchen vorzeigen.[1] Vergl. wieder NEWTON 3.

---

[1]) Dalton pflegte seine Vorstellungen vermittelst hölzerner Würfel, von denen jeder ein Atom darstellte, zu demonstrieren. So benutzte er wohl auch hier zwei solche Würfel und zeigte sie seinen Zuhörern. K.

8. Tabelle willkürlicher Bezeichnungen.[1]) Gay-Lussac's Anschauungen." [2])

Es kostet einige Mühe, die Art und Weise, in welcher das Kombinieren der Atome auf dem Papier hier in diesen Notizen beschrieben wird, zu verstehen. Denn da nur das Verhältnis der die Atmosphäre zusammensetzenden Teile nach Mass und Gewicht bekannt war, bedurfte Dalton erst irgend einer Theorie über die relative Zahl der Partikel, ehe er schreiben konnte: „Ich fand bald heraus, dass der Vorrat an wässrigen Teilchen erschöpft war."

Es unterliegt keinem Zweifel, dass er zu jener Zeit noch den „verwirrten Ansichten" anhing, zu welchen er sich im New System p. 188 (Deutsche Ausgabe, S. 210) bekennt: „dass die Theilchen der elastischen Flüssigkeiten in den verschiedensten Gasarten dieselbe Grösse haben, und dass ein bestimmtes Volumen Sauerstoffgas ebensoviele Theilchen als dasselbe Volumen Wasserstoffgas enthalte". Deshalb setzte er damals die Zahl der Partikel jedes Bestandteiles direkt proportional dem Drucke desselben in der Atmosphäre und fand natürlich (allerdings ist die Notwendigkeit einer Prüfung auf dem Papier kaum einzusehen), dass, nachdem er alle Wasserteilchen für die Bildung ternärer Verbindungen mit je einem Atom Stickstoff und einem Atom Sauerstoff verbraucht hatte, die übriggebliebene Zahl der Stickstoffatome eine viel zu grosse war, um für jedes Sauerstoffatom schlechthin einen Begleiter abzugeben, und so blieb ihm denn ein Überschuss von Stickstoffatomen in Händen, der natürlich frei war.

Wir werden gut thun, daran zu erinnern, dass nach Dalton's Ansicht, die eine Modifikation derjenigen Newton's und Lavoisier's ist, jedes Gasatom oder Gasteilchen aus einem ausserordentlich kleinen centralen Kern fester Materie besteht, der von einer sehr viel ausgedehnteren elastischen Atmosphäre

---

[1]) Damit ist höchst wahrscheinlich eine Zusammenstellung seiner Atomsymbole gemeint. K.

[2]) Dalton will hier wohl auf Gay-Lussac's bekanntes Verbindungsgesetz der Gase nach konstanten Volumverhältnissen hinweisen, das er selbst allerdings nie gelten liess. K.

von Wärmestoff umgeben wird, welche nächst dem Atom sehr dicht und in einer gewissen Potenz der Entfernung weniger dicht gedacht wurde. Dieser Wärmeatmosphäre wurde die zurückstossende Kraft zugeschrieben, durch welche der elastische Zustand des Gases aufrechterhalten blieb. Deshalb musste auch die Dichte eines Gases beim Wachsen der Wärmemenge um jedes Atom abnehmen.

In DALTON's Papieratmosphäre waren indessen die unveränderten Stickstoffatome die leichtesten, und DALTON fand es offenbar heikel, sich mit ihnen zu befassen, und so blieb ihm denn kein anderer Ausweg, als wie er sagt: „die ganze Mischung spezifisch gleich schwer wie Stickstoff zu machen, das sei aber eine Annahme, die auch keinen Augenblick geduldet werden durfte.“ Ganz gleiche Schwierigkeiten stellten sich ihm in den Weg, als er die Atmosphäre als ein einfaches Gemenge sich abstossender Atome von Stickstoff, Sauerstoff und Wasser ansah, denn es war offenbar kein Grund vorhanden, der die Gase abhielt, sich nach ihren spezifischen Gewichten zu ordnen.

Der Weg, auf welchem DALTON diese Schwierigkeiten durch die Annahme seiner berühmten Theorie, dass die Gase sich gegeneinander wie luftleere Räume verhalten, überwand, ist klar genug; aber was für Betrachtungen jene Theorie schliesslich ersetzten und die Anregung zur Atomtheorie gaben, das wird vielleicht nicht so leicht verstanden werden. Dazu mag der folgende ausführliche Bericht über seinen Gedankengang aus dem New System p. 187—191 (Deutsche Ausgabe S. 209—212) beitragen:

„Ich will jetzt meine gegenwärtigen Ansichten über die gemischten Gasarten mittheilen, die sich etwas von denen, welche ich bei der ersten Bekanntgabe meiner Theorie hatte, unterscheiden, indem später angestellte Versuche manches in meiner ersten Vorstellungsart berichtigt haben. Indem ich meine Untersuchungen über die Natur der elastischen Flüssigkeiten fortsetzte, überzeugte ich mich bald, dass es nöthig sey, wofern es nur irgend möglich wäre, auszumitteln, ob die Atome oder kleinsten Theilchen der verschiedenen Gasarten alle unter gleichen Umständen der Temperatur und des Druckes der Atmosphäre von derselben Grösse oder demselben Volumen

sind. Unter Grösse oder Volumen eines kleinsten Theilchens verstehe ich hier den Raum, welchen es im Zustande einer reinen elastischen Flüssigkeit einnimmt. In diesem Sinne genommen, begreife ich unter dem Volumen eines Theilchens das Volumen des vorausgesetzten undurchdringlichen Kernes, verbunden mit der ihn umgebenden, aus Wärmestoff bestehenden, Repulsionskraft ausübenden, Atmosphäre.

Zu der Zeit, als ich meine Theorie über die gemischten Gasarten entwarf, hatte ich, wie mehrere (auch heute noch, wie ich vermute), sehr verwirrte Ansichten von den kleinsten Theilchen, aus welchen die Gasarten bestehen. Ich nahm an, dass dieselben in den verschiedensten Gasarten dieselbe Grösse haben, und dass ein bestimmtes Volumen Sauerstoffgas ebensoviele Theilchen als dasselbe Volumen Wasserstoffgas enthalte; oder wenn dieses nicht der Fall seyn sollte, dass es uns an Datis fehle, aus welchen dieser Gegenstand bestimmt werden könne. Ein dem Seite 81 und 82[1]) befindlichen völlig ähnliches Raisonnement brachte mich aber zu der Überzeugung, dass die kleinsten Theilchen der verschiedenen Gasarten nicht von derselben Grösse sind: und dass nachstehendes, wofern nicht in der Folge Gründe für das Gegentheil aufgefunden werden, als Grundsatz hingestellt werden könne, nämlich:

Dass jede Art reiner elastischer Flüssigkeiten aus kugelförmigen Theilchen, welche alle eine gleiche Grösse haben, bestehe; dass aber nicht zwei Arten derselben in der Grösse ihrer Theilchen übereinstimmen, vorausgesetzt, dass der Druck der Atmosphäre und die Temperatur dieselben sind.

Ich war noch in Hinsicht auf einen anderen Gegenstand zweifelhaft, nämlich: ob der Wärmestoff die Ursache der Repulsion sei. Ich war mehr geneigt, die Repulsion einer Kraft, welche der magnetischen Materie ähnelt, und die auf eine Art von Materie wirkt, auf eine andere aber keine Wirkung ausübt, zuzuschreiben. Denn, wenn der Wärmestoff

---

[1]) Die Bildung zweier Volumina „Salpetergas“ aus einem Volumen Stickstoff und einem Sauerstoff.

die Ursache der Repulsion wäre, so schien dafür kein Grund vorhanden, warum nicht ein Theilchen Sauerstoff ein Theilchen Wasserstoff mit derselben Kraft zurückstossen sollte als ein Theilchen seiner eigenen Art, vorzüglich wenn sie beide von gleicher Grösse wären. Bei reiflicher Überlegung finde ich jedoch keinen Grund, warum ich mich von der allgemeinen Meinung, welche die Repulsion dem Wärmestoffe zuschreibt, entfernen soll; und ich glaube, dass die Erscheinungen, welche die Gasarten bei ihrer Vermischung darbieten, sich aus der Repulsion erklären lassen, ohne dass es nötig sey, das Postulat anzunehmen, dass ihre Teilchen wechselseitig unelastisch wären, wodurch sie zugleich frei von jedem der im vorhergehenden beigebrachten Einwürfe, welche ich unbeantwortet gelassen habe, werden.

Erwägt man die Anordnung der kugelförmigen Theilchen in einem Volumen einer rein elastischen Flüssigkeit, so findet man, dass dieselbe einem viereckigen Haufen Schrot analog seyn müsse. Die Theilchen müssen in horizontalen Lagen geordnet seyn, und immer vier Theilchen müssen ein Quadrat bilden. In einer oberen Lage ruhet jedes Theilchen auf vier Theilchen der unteren, alle vier Berührungspunkte werden sich 45° über der horizontalen Ebene oder über derjenigen Ebene befinden, welche durch die Mittelpunkte der vier Theilchen hindurchgeht; in dieser Hinsicht ist der Druck beständig und durchgängig gleichförmig. Bringt man aber ein Maass einer Gasart mit einem Maass einer anderen in irgend einem Gefässe zusammen, so hat man eine Oberfläche von elastischen, kugelförmigen Theilchen von einer Grösse in Berührung mit einer gleichen Oberfläche von Theilchen einer anderen. In einem solchen Falle müssen die Berührungspunkte der heterogenen Theilchen durchgängig von 40°—90° variieren. Aus dieser Ungleichheit muss eine innere Bewegung entstehen, und die Theilchen einer Art müssen gegen die der anderen fortgetrieben werden. Dieselbe Ursache, welche verhinderte, dass die beiden elastischen Flächen im Gleichgewicht bleiben, wird stets stattfinden. Die Theilchen der einen Art sind wegen ihrer verschiedenen Grösse unfähig, sich gehörig an die der anderen

anzuschliessen, so dass demnach unter den heterogenen Theilchen kein Gleichgewicht eintreten kann.

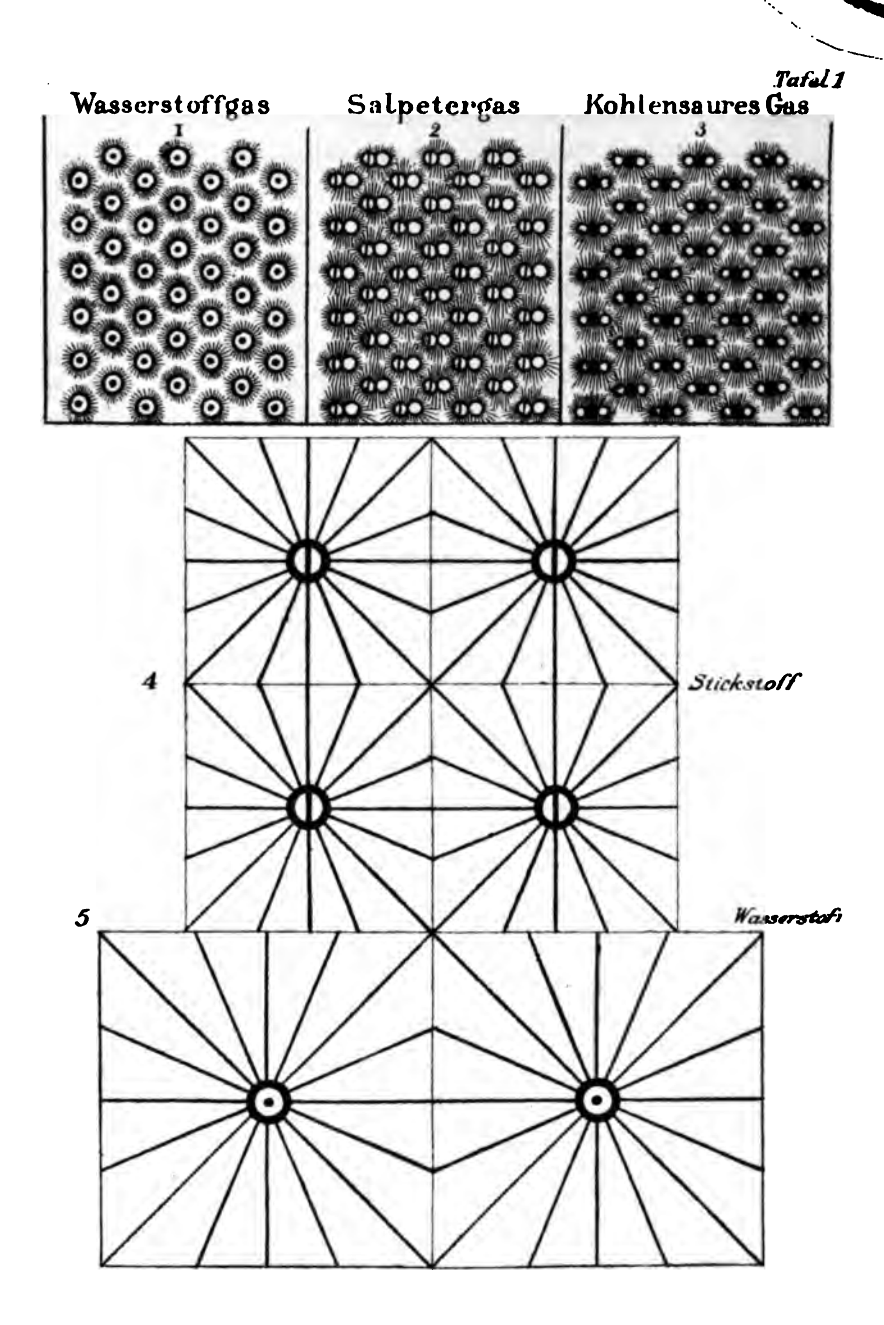
Es muss folglich die innere Bewegung so lange fortdauern, bis die Theilchen an der entgegengesetzten Fläche des Gefässes zu einem Punkte gelangen, wo sie dauernd in Ruhe seyn können, und das Gleichgewicht tritt endlich dann ein, wenn das eine Gas sich gleichförmig durch das andere verbreitet hat. In der freien Atmosphäre kann in solch einem Falle nicht eher ein Gleichgewicht stattfinden, als bis die Theilchen zu einer solchen Höhe aufgestiegen sind, dass sie durch ihr eigenes Gewicht zurückgehalten werden, d. h. bis sie eine abgesonderte Atmosphäre bilden."

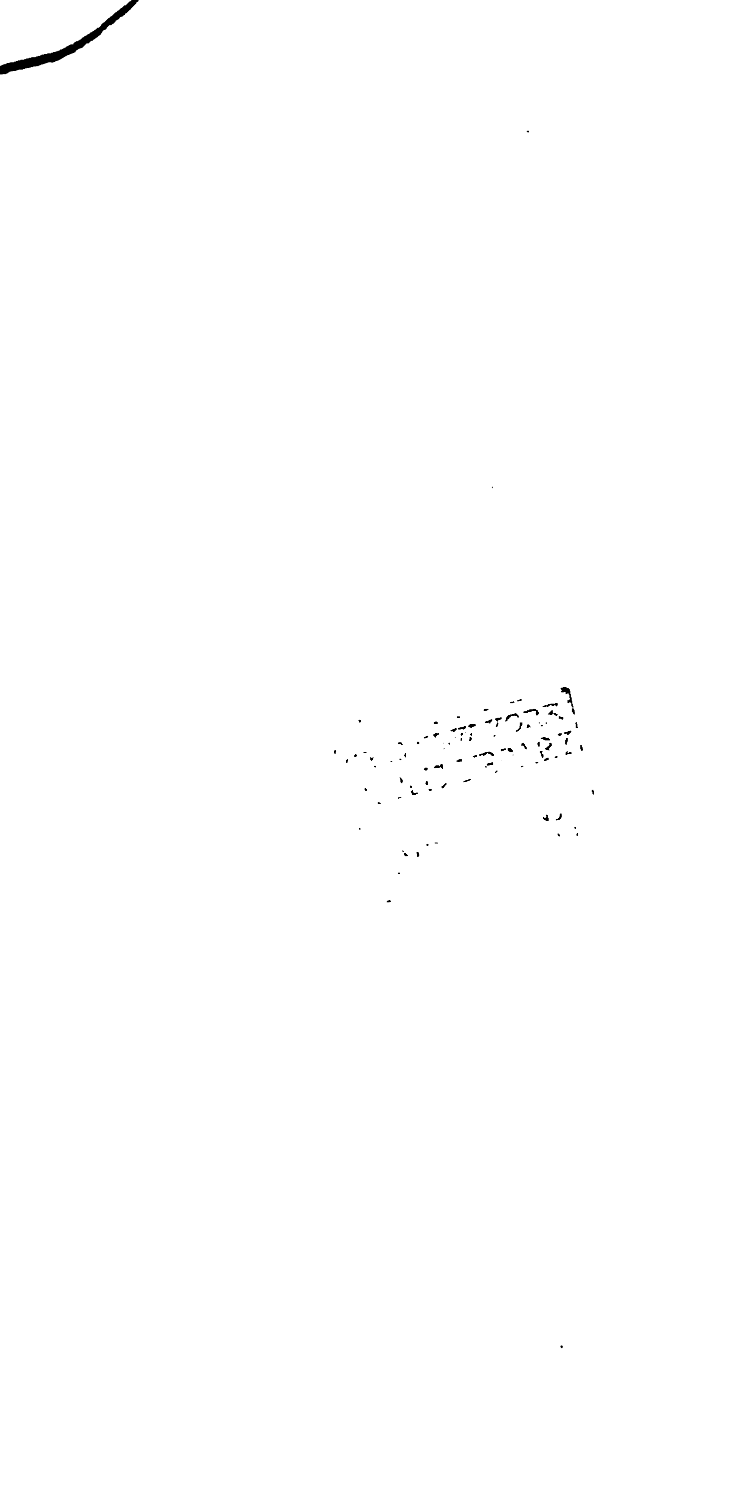
Indes scheint dieser Gedanke von Dalton nicht sehr sorgfältig durchgedacht zu sein; denn, wenn auch die Gleichgewichtsbedingung sicherlich gestört werden würde, ist es dagegen doch zweifelhaft, ob die innere Bewegung, von welcher er spricht, in einem mit seinen Atomen gefüllten Gefäss eingetreten wäre. Übrigens kommt es unserer Meinung nach vor allem darauf an, zu verstehen, was Dalton dachte, und nicht, ob er berechtigt war, so zu denken. Seine Theorie mag aber noch weiter durch die Zeichnungen, die wir als Tafel 1 u. 2 seinem New System entnehmen, illustriert werden. Er erklärt dieselbe p. 548 (Deutsche Ausgabe Bd. 2 S. 391) mit folgenden Worten:

Tafel 1.

„Figur 1, 2 u. 3 stellen im Profil die Ansichten der Vertheilung und Anordnung der Theilchen, welche die elastischen Flüssigkeiten bilden, und zwar sowohl der einfachen als zusammengesetzen, jedoch nicht der gemengten, dar. Es würde äusserst schwierig seyn, eine angemessene Ansicht dieses letzten Falles, den Seite 190 (Deutsche Ausgabe Bd. 1 S. 212) aufgestellten Grundsätzen zufolge, darzulegen. Das Prinzip wird jedoch durch die beigefügten Figuren erläutert werden.

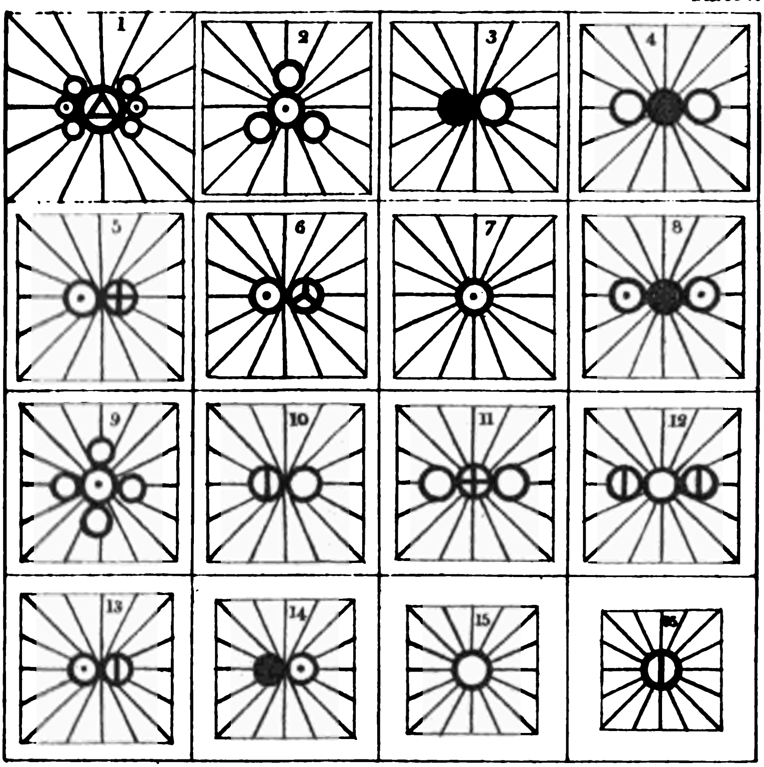
Figur 4 ist die Darstellung von 4 Theilchen Stickstoff mit ihren elastischen Atmosphären, welche durch Strahlen, die von dem festen Centralatom ausgehen, vorgestellt werden; da diese Strahlen in allen den 4 Theilchen vollkommen gleich sind,


Wasserstoffgas
Salpetergas
Kohlensaures Gas
1
2
3
4
Stickstoff
5
Wasserstoff



DURCHMESSER DER ELASTISCHEN ATOME

Tafel 2



so können sie einander begegnen und ein Gleichgewicht erhalten.

Figur 5 stellt zwei Atome Wasserstoffgas, in genauem Verhältnisse gegen die des Stickstoffes gezeichnet, und mit ihnen in Berührung kommend, dar. Es ist einleuchtend, dass die Atome des Wasserstoffes sich mit Leichtigkeit aneinander fügen können, nicht aber an die des Stickstoffes, weil die Strahlen einander nicht unter gleichen Umständen treffen; hierin liegt der Grund von der inneren Bewegung, welche bei dem Vermengen elastischer Flüssigkeiten stattfindet, bis die äusseren Theilchen bei ihrem Drucke einen festen Gegenstand antreffen."

Tafel 2.

„Die ersten 16 Figuren stellen die Atome der verschiedenen elastischen Flüssigkeiten, in dem Mittelpunkte von Quadraten verschiedener Grösse verzeichnet, vor, so dass sie den Diametern der Atome, so wie sie bestimmt wurden, proportional sind. Fig. 1 ist das grösseste, und sie nehmen nach und nach bis Fig. 16 ab, welches das kleinste ist, in folgender Ordnung:

1.	Flusssaure Kieselerde mit Überschuss von Säure	1.15
2.	Salzsäure	1.12
3.	Gasförmiges Kohlenoxyd	0.94
4.	Kohlensäure	1.00
5.	Schwefelhaltiges Wasserstoffgas	1.00
6.	Phosphorhaltiges Wasserstoffgas	1.00
7.	Wasserstoffgas	1.00
8.	Kohlehaltiges Wasserstoffgas	1.00
9.	Oxydiert salzsaures Gas	0.981
10.	Salpetergas	0.980
11.	Schwefelsäuregas	0.95
12.	Oxydiertes Stickgas	0.947
13.	Ammonium	0.909
14.	Ölmachendes Gas	0.81
15.	Sauerstoffgas	0.794
16.	Stickgas	0.747"

Die von Dalton zur Berechnung dieser Zahlen angewandte Methode ist äusserst einfach. Die Zahl der in der Volumeinheit eines Gases enthaltenen Teilchen ist proportional dem Gewicht dieses Volumens, oder der Dichte dieses Gases, dividiert durch das Gewicht eines einzelnen Teilchens, d. h. seinem

jenigen ihrer kleinsten Teilchen haben, so ist doch das sicher, dass sie nicht das gleiche sind, denn die kleinsten Teilchen von Wasser oder Dampf haben zweifellos ein höheres spezifisches Gewicht als diejenigen des Sauerstoffs, und dennoch ist letzteres Gas schwerer als Dampf.

Hier bei dieser allerersten Konzeption der Atomtheorie geriet DALTON schon auf dieselbe grosse Schwierigkeit, die für so manchen seiner Nachfolger ein Stein des Anstosses werden sollte. Die Thatsache, dass der Wasserdampf, dessen kleinste Teilchen sowohl Sauerstoff als Wasserstoff enthalten, spezifisch leichter als der Sauerstoff ist, beweist ihm, dass die spezifischen Gewichte der Gase und die relativen Gewichte ihrer kleinsten Teilchen nicht identisch sind, und dass demnach die Durchmesser der Atome nicht für alle Substanzen die gleichen sein können.

p. 247.

Aus der Zusammensetzung von Wasser und Ammonium können wir ableiten kl. T. Stickstoff zu Sauerstoff wie 1 : 1.42: —

Kl. T. Salpetergas muss also wiegen 2.42 Stickstoff
Kl. T. Sauerstoffgas „ „ „ 1.42 Sauerstoff

Demgemäss wird 1 Sauerstoff 1.7 Salpetergas gebrauchen. [1])

---

[1]) Die Berechnung führt DALTON in folgender Weise aus. Nach den unten (p. 248 und 258 des Notizbuches) angegebenen Zahlen ist

Ammonium (NH) = 5
Wasser (HO) = 6.66.

Wassserstoff wird = 1 angenommen. Daraus ergiebt sich

Stickstoff = 4

und

Sauerstoff = 5.66.

Um das einfachste Verhältnis zwischen Sauerstoff und Stickstoff zu erhalten, wird mit 4 dividiert. Das Resultat ist wie oben angegeben: 1 : 1.42.

Für Salpetergas NO ergiebt sich, wenn Sauerstoff nach der Tabelle zu 5.66 und Salpetergas zu 9.66 angenommen wird, das Verhältnis zum Sauerstoff wie $1 : \frac{9.66}{5.66} = 1.7$. K.

(244)

Observations on the ultimate particles of Bodies, & their combinations.

Sept 6 1803.

Characters of Elements. —

○ Hydrogen

⊙ Oxygen

⦶ Azote — pure charcoal.

● Carbone

⊕ Sulphur

(248)

Rel. wt. Hydrogen	1.
Oxygen	5.66
Azot	4.
Carbon (Charcoal)	4.5
Water	6.66
Ammonia	5.
Nitrous gas	9.66
Nitrous Oxide	13.66
Nitric Acid	15.32
Sulphur	17
Sulphureous acid	22.66
Sulphuric acid	28.32
Carbonic Acid	15.8
Oxide of Carbone	10.2

	Schwefel		Sauerstoff	
CHENEVIX [1])	$61^1/_2$	+	$38^1/_2$	= Schwefelsäure
dann müsste	$61^1/_2$	+	$19^1/_4$	= schweflichte Säure sein.

Das macht kl. T. Schwefel zu Sauerstoff etwa wie 3.2 : 1.

	Schwefel		Sauerstoff	
THENART [2])	56	+	44	
	56	+	22	schweflichte Säure
FOURCROY sagt	85	+	15	= schweflichte Säure.

p. 248.

Kl. Tl.	Wasserstoff	1
„	Sauerstoffgas	5.66
„	Stickstoff	4
„	Kohlenstoff (Kohle)	4.5
„	Wasser	6.66
„	Ammonium	5
„	Salpetergas	9.66
„	Oxydiertes Stickgas	13.66
„	Salpetersäure	15.32
„	Schwefel	17
„	Schweflichte Säure	22.66
„	Schwefelsäure	28.32
„	Kohlensäure	15.8
„	Gasförmiges Kohlenoxyd	10.2 “

Diese beiden Seiten bergen die allerwichtigsten, auf die Geschichte der Entstehung der Atomtheorie bezüglichen Daten. Denn p. 248 enthält eine Tabelle der Atomgewichte, die am 6. September 1803 zusammengestellt wurde, also zwei Jahre vor der in den Denkschriften von Manchester (Bd. 1 p. 287) 1805 veröffentlichten, und fast ein Jahr vor der mündlichen Mitteilung an THOMSON vom Sommer 1804, welche die Grundlage für dessen Bericht in seinem „System of Chemistry“ bildete.

---

[1]) CHENEVIX, RICHARD. Geb. 1774 Dublin, gest. 1830 Paris. Privatmann. Observations and experiments undertaken with a view to determine the quantity of sulphur contained in sulphuric acid. Irish. Acad. Trans. Vol. 5. 1802 p. 233—244. K.

[2]) „THENART“ giebt es nicht, soll jedenfalls „THÉNARD“ heissen. THÉNARD, LOUIS JACQUES. Geb. 1777 Louptière bei Nogent s. S., gest. 1857 Paris. Prof. d. Chem. K.

Wie man sieht, ist in dieser Tabelle das Gesetz des Sichverbindens nach multiplen Proportionen gerade so klar erkannt als in irgend einer der folgenden; jedoch wird weder der leichtere noch der schwerere Kohlenwasserstoff erwähnt. In der That wurden auch die Versuche über den Kohlenwasserstoff aus Sümpfen nicht vor dem Sommer 1804 angestellt, also fast ein Jahr nach Aufstellung dieser Atomgewichtstabelle; und diese Datierung wird dreifach bestätigt: 1) Durch DALTON's eigenen Bericht (New System p. 444, Deutsche Ausgabe Bd. 2 S. 255). 2) Durch THOMSON (History Vol. 2 p. 291). Und 3) wird es durch das Notizbuch bezeugt, in dem die ersten Versuche mit diesem Körper unter dem 6. August 1804 eingetragen sind.

Damit wird die allgemein angenommene Anschauung, die sich auf THOMSON's Bericht stützt, dass die Atomtheorie aus einem Vergleich der Analysen des Sumpfgases und des ölbildenden Gases entsprungen sei, ein für allemal abgethan, und dieser Schluss steht im vollsten Einklang mit den aus den Vorlesungsnotizen schon beigebrachten Dokumenten.

Aus der, der Tabelle gegenüber stehenden p. 247 erkennen wir auch, was DALTON gerade zu diesen Zahlen geführt hat. Wie wir sehen werden, wurden die Gewichte des Wasserstoffs, Sauerstoffs und Stickstoffs aus der Zusammensetzung des Wassers und Ammoniaks abgeleitet (die wirklichen Zahlen sollen später besonders besprochen werden), während das Atomgewicht des Schwefels aus einer Analyse der Schwefelsäure von CHENEVIX berechnet wurde. Über die Quelle der Zahl für den Kohlenstoff erhalten wir keinen Aufschluss, jedoch scheint es ziemlich sicher, dass dieselbe aus der allgemein angenommenen Zusammensetzung der Kohlensäure (LAVOISIER) abgeleitet wurde.

Bei der Festlegung der relativen Gewichte dieser Atome ist DALTON streng dem Gesetze grösster Einfachheit, wie er es später in dem Kapitel „On Chemical Synthesis“ des New System darlegte, gefolgt. Danach wurden einfache chemische Verbindungen als binäre, d. h. aus nur zwei Atomen bestehend, aufgefasst, und wird der leichteren von zwei Verbindungen auch die einfachere Struktur zugeschrieben. Interessant ist es, dass


(240)
Nitrous Oxide
Nitrous Gas.
Nitric Acid Nitrous Acid
Water
Ammoniac
Gaseous oxide of carbon.
Carbonic acid
Alcohol? Ether?
Sulphureous Acid
Sulphuric Acid

Alcohol? Alcohol
Ether?
Carbonated hydrogen gas
Hydrat of carbon or
Carbonated aqueous vapour
Gas. oxide of carb. & hydrogen
Nitrat Ammoniac = 1 Acid 1 Am. 1 Water

alle Zahlen dieser ersten Tabelle aus Analysen von Chemikern von Ruf, die bei den Zeitgenossen allgemein anerkannt waren, stammen, und auch nicht eine von DALTON selbst herzurühren scheint. Aus den Analysen des Wassers, Ammoniaks, der Schwefel- und der Kohlensäure sind also alle diese Zahlen berechnet, und, soweit man das sehen kann, wurde das Gesetz des Sichverbindens nach multiplen Proportionen vorausgesetzt, weil es das einzige war, nach welchem atomistische Verbindungen vor sich gehen konnten.

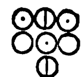
Wir müssen hier auf eine Thatsache von einiger Wichtigkeit aufmerksam machen, nämlich darauf, dass die Erwähnung des Sumpfgases, über das er doch erst 1804 gearbeitet hatte, in der 1803 gelesenen, aber erst 1805 veröffentlichten Arbeit darauf hinweist, dass die Berichte, die in den Veröffentlichungen des obigen Jahres enthalten sind, bis auf das spätere Datum nachgeführt wurden, wozu DALTON, als damaliger Schriftführer der Gesellschaft, die beste Gelegenheit hatte.

p. 249.

Oxydiertes Stickgas
Salpetergas — Salpetrichte Säure
Salpetersäure
Wasser
Ammonium
Gasförmiges Kohlenoxyd
Kohlensäure
Alkohol? Äther?
Schweflichte Säure
Schwefelsäure
Alkohol?
Äther? — Alkohol

Kohlehaltiges Wasserstoffgas

Gasförmiges Kohlenoxyd und Wasserstoff



Salpetersaures Ammonium = 1 Säure, 1 Ammonium, 1 Wasser.

Diese Seite (vgl. die facsimile Wiedergabe) enthält die Symbole derjenigen Stoffe, welche auf der vorhergehenden Seite des Notizbuches erwähnt wurden, und daneben noch die von einigen wenigen Verbindungen, deren Zusammensetzung in der Tabelle nicht angegeben ist; es sind das die der salpetrigen Säure, des Alkohols, Äthers, der gasförmigen Oxyde des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Ammoniumnitrat, und diese sind wahrscheinlich meist nachher eingeschoben. Das wichtigste von diesen ist ohne Zweifel das der salpetrigen Säure, deren Formel nach den wohlbekannten Versuchen von Dalton über die Verbindung von Stickoxyd mit dem Sauerstoff der Luft aufgestellt wurde.

Der Bericht über diese Versuche ist in seiner „Experimental-Untersuchung über die Verhältnisse, in denen die verschiedenen Gase oder elastischen Flüssigkeiten die Atmosphäre zusammensetzen“ betitelten Arbeit enthalten. Dieselbe wurde am 12. November 1802 gelesen und im Jahre 1805 in dem gleichen Bande der Denkschriften von Manchester wie seine spätere Arbeit über die „Absorption der Gase“ veröffentlicht. Der dort (Denkschriften Bd. 1 p. 249) gegebene Bericht lautet folgendermassen:

„2. Wenn in einem 0.3" weiten und 5" langen Rohr 100 Raumteile gewöhnlicher Luft zu 36 Raumteilen reinen Salpetergases gebracht werden, so ist das Ganze nach wenigen Minuten auf 79—80 Raumteile zusammengeschrumpft, und es zeigt sich weder Sauerstoffgas noch Salpetergas.

3. Wenn in einem weiten Gefässe hundert Raumteile gewöhnlicher Luft über Wasser zu 72 Teilen Salpetergas geleitet werden, so dass sich eine dünne Schicht Luft bildet, und sogleich einen Augenblick lang geschüttelt wird, so bleiben, wie vorher, 79—80 Teile reines Stickstoffgas als Rückstand.

4. Wenn in dem letzten Versuch *weniger* als 72 Teile Salpetergas angewendet werden, so bleibt ein Rückstand, der

Sauerstoffgas enthält, wird dagegen mehr angewendet, so wird etwas zurückbleibendes Salpetergas gefunden."

Den Schluss, den er aus diesem Versuche zog, hat er in diese bezeichnenden Worte gefasst:

„Die folgenden Thatsachen geben ein klares Bild der Theorie des Prozesses: die Elemente des Sauerstoffs können sich mit einer bestimmten Menge Salpetergas oder mit noch einmal soviel, nicht aber mit einer dazwischen liegenden Menge verbinden. Im ersten Falle ist das Resultat Salpeter-, im letzteren salpetrichte Säure. Aber da diese beiden auf einmal gebildet werden können, indem ein Teil des Sauerstoffs das eine Mal an ein Salpetergas, und ein anderer an zwei herantritt, so kann die Menge des verbrauchten Salpetergases eine verschiedene sein."

Diese Resultate sind vielfach erörtert worden; aber jetzt interessiert uns hier nicht, wie DALTON diese Zahlen erhalten hat, sondern wann er sie erhalten hat. Wenn diese Darstellung DALTON's zu der Zeit bereits gegeben wurde, als er die Arbeit las, also im November 1802, so wäre damit dargethan, dass er die experimentellen Belege für das Sichverbinden der Stoffe nach multiplen Proportionen lange bevor er die atomistische Theorie auf die chemischen Verbindungen anwandte, aufgefunden hatte. Leider ist der in diesem Falle aus dem Laboratoriumstagebuch beizubringende Beweis nicht völlig entscheidend, da die erste in demselben enthaltene Aufzeichnung vom November 1802 datiert ist, und dieser doch vielleicht manche andere, die einen Bericht über den fraglichen Versuch enthalten hat, vorangegangen sein kann. Wie dem aber auch sei, so halten wir es doch für wahrscheinlich, dass, wie in dem Falle mit dem Kohlenwasserstoff, die Zeit, in der sowohl die Experimente angestellt als auch ihre Auslegung versucht wurde, nach dem Datum fällt, an welchem diese Arbeit gelesen wurde. Zweifellos wurde DALTON schon eher gewahr, dass die Verhältnisse, in welchen sich die beiden Gase vereinigen, grossenteils von den Versuchsbedingungen abhängen. So lesen wir in Verbindung mit einigen Versuchen über die Löslichkeit des Stickoxyds in Wasser

p. 122 (1. Notizbuch) 21. März 1803: „Salpetergas kann, wie vorausgesetzt, mit Sauerstoff im Verhältnis von 1.7 oder 2.7 verbunden werden.“

Und unter dem übel beleumdeten Datum des 1. April 1803 findet sich auf p. 129 des ersten Bandes des Notizbuches eine Aufzählung von Versuchsergebnissen, die mit Stickoxyd und gewöhnlicher Luft erhalten wurden. Fast immer wird beigefügt, ob die Gase schnell oder langsam gemischt wurden, und es zeigen die Zahlen, dass, wenn die Mischung schnell vor sich ging, mehr Stickoxyd aufgenommen wurde.

Am Fusse der Seite findet sich folgende Notiz:

„Frage, wird nicht etwa Salpetergas beim schnellen Mischen zersetzt?“

Das eben Mitgeteilte scheint uns denn doch mit einiger Sicherheit darzuthun, dass DALTON zu jener Zeit, also ungefähr 6 Monate nach dem Lesen der Arbeit, noch nicht zu so bestimmten Schlussfolgerungen gelangt war, als er sie in derselben ausgesprochen hatte.

Die in den Denkschriften angegebenen Zahlen finden sich ohne jede weitere Erläuterung auf p. 305 in einem Teile des Buches, der irgendwo zwischen dem 10. Oktober und 13. November 1803 datiert ist, also so etwas wie einen Monat nach der Aufstellung der ersten Atomgewichtstabelle. Die Stelle lautet wie folgt:

Notizbuch Bd. 1, p. 305.

Salpetergas.

Es scheint, dass

100 gewl. Luft
+ 36 Salpetergas
geben 79 bis 80 Stickstoff
zu 72 Salpetergas, in einem weiten Gefäss und schnell gemischt, auch 79 bis 80 Stickstoff geben,
und wenn 100 gwl. Luft, wie oben, zu 100 Salpetergas gebracht und nur wenig geschüttelt werden, dann bleiben 24 oder 25 Salpetergas übrig, vorausgesetzt, dass das Salpetergas 2 oder 3 % Stickstoff enthielt.

Dass dieses besondere experimentelle Ergebnis DALTON

zur Zeit der allerersten Stadien der Entwicklung seiner Theorie nicht besonders deutlich vor Augen schwebte, kann weiter durch verschiedene schlagende Thatsachen bewiesen werden. Da können wir vor allem ein Stückchen eines indirekten Beweises beibringen in der folgenden Berechnung, die sich auf Seite 246 des Notizbuches findet (Sept. 1803):

CAVENDISH, 10 Stickstoff + 26 Sauerstoff giebt mit dem Funken Säure. Wenn dies salpetrichte Säure wäre,
dann wären 10 Stickstoff + 39 Sauerstoff = Salpetersäure.

LAVOISIER sagt:

Dem Gewicht nach

Stickstoff		Sauerstoff	
$20^1/_2$	+	$43^1/_2$	= 64 Salpetrichte Säure
		36	
$20^1/_2$	+	$79^1/_2$	= Salpetersäure.[1]

Dies stimmt vorzüglich mit CAVENDISH überein.[2]

LAVOISIER's Traité de Chimie muss zu jener Hand voll von Büchern gehört haben, auf deren Lektüre DALTON sich, wie erzählt wird, beschränkte; denn wir finden in demselben den Schlüssel für das Verständnis dieser Rechnung. Auf Seite 286 der englischen Übersetzung (2. Aufl. 1793) finden wir die folgende Stelle, die von der Zusammensetzung der Salpetersäure handelt. „Herr CAVENDISH, der zuerst durch synthetische Versuche nachwies, dass Stickstoff die Basis der Salpetersäure ist, gibt die Menge des Stickstoffs etwas grösser an, als sie von mir gefunden wurde; doch da es möglich ist, dass er salpetrichte Säure und nicht Salpetersäure erhielt, so erklärt dies bis zu einem gewissen Grade die Verschiedenheit

---

[1]) LAVOISIER schreibt im Traité: Observations sur les acides nitreux et nitrique, et sur le tableau de leurs combinaisons: „On a vu dans le corps de cet ouvrage que l'azote était le radical nitrique: si à vingt parties et demie en poids d'azote on ajoute quarante-trois parties et demie d'oxygène cette proportion constituera l'oxyde ou le gaz nitreux; si on ajoute à cette première combinaison trente-six autres parties d'oxygène, on aura de l'acide nitrique.“ Œuvres de Lavoisier T. I p. 166. Paris 1864. K.

[2]) Die letzte Bemerkung ist im Manuskript ausgestrichen.

der Ergebnisse unserer Versuche.“ [1]) In der oben citierten Stelle will DALTON offenbar die Berechtigung dieser Annahme durch Rechnen mit CAVENDISH's Zahlen prüfen, und unmittelbar darauf bringt er LAVOISIER's Werte, welche ziemlich genau mit den verbesserten Resultaten von CAVENDISH stimmen.

Man sieht, dass DALTON salpetrige Säure dadurch in Salpetersäure verwandelt hat, dass er zu der ersteren halb so viel Sauerstoff addiert, als dieselbe schon enthält. Berechnen wir die Zunahme an Sauerstoff aus DALTON's eigenen Resultaten, so weicht die gefundene Zahl immer ab. Nehmen wir mit ihm an, salpetrige Säure bestehe aus 2 Atomen Stickstoff und 3 Atomen Sauerstoff, und Salpetersäure aus 1 Stickstoff und 2 Sauerstoff, so ist leicht einzusehen, dass die Menge Sauerstoff, die addiert werden muss, nicht die Hälfte, sondern den dritten Teil des in der salpetrigen Säure bereits vorhandenen beträgt. Zu dem gleichen Ergebnis wird man geführt, wenn man der Rechnung nicht theoretische Betrachtungen, sondern die von DALTON wirklich erhaltenen Zahlen, wie sie oben Seite 32 mitgeteilt wurden, zu Grunde legt. Lassen wir die in der Tabelle (Vgl. unten S. 38) gegebenen spezifischen Gewichte des Stickstoffs, Sauerstoffs und Stickoxyds gelten, so entsprechen 72 Raumteile Stickoxyd und 20 Raumteile Sauerstoff 79.3 und 22.5 Gewichtsteilen; demnach erfordern 101.8 Gewichtsteile salpetriger Säure 22.5 Gewichtsteile Sauerstoff, um in Salpetersäure überzugehen. CAVENDISH's Säure, die aus 10 Raumteilen Stickstoff und 26 Raumteilen Sauerstoff, dem 9.7 und 29.3 Gewichtsteile entsprechen, dargestellt wurde, würde dann nach DALTON's Berechnungen $\frac{39 \times 22.5}{101.8} = 8.6$ Gewichtsteile oder ungefähr 8 Raumteile Sauerstoff anstatt der 13 in den Notizen addierten verlangen. Darnach scheint also DALTON, als er im September 1803 seine erste Atomgewichtstabelle zusammenstellte, seine wohlbekannten Anschauungen über das Verhältnis der Salpetrigen- zur Salpetersäure noch nicht gehabt zu haben. Deshalb wurde, vielleicht nachdem der von uns besprochene Versuch wirklich ausgeführt war,

---

[1]) Œuvres T. I p. 166. K.

der Schluss, dass unter dieser Voraussetzung die Zahlen von CAVENDISH mit denjenigen LAVOISIER's in Übereinstimmung gebracht werden könnten, wieder ausgestrichen.

Trotzdem ist es sicher, dass DALTON, noch bevor er im September 1803 seine erste Atomgewichtstabelle zusammenstellte, bemerkt hatte, dass bei gewissen Versuchen die Mengen Stickoxyd, die sich mit einem gegebenen Volumen Sauerstoff verbinden, untereinander in einfachen Verhältnissen stehen. Dies ergibt sich aus dem folgenden Auszug aus dem Notizbuch Bd. 1 p. 132, datiert vom 4. August 1803:

„Es scheint auch, dass bei einer sehr schnellen Mischung gleicher Teile gewöhnlicher Luft mit Salpetergas, ein Rückstand von 112 bis 120 bleibt. Folglich verbindet sich Sauerstoff mit Salpetergas bald im Verhältnis von 1.7 zu 1, bald von 3.4 zu 1."

Wie dem auch sei, so geht doch auf keinen Fall aus dem obigen Citat hervor, dass DALTON in jener Zeit schon erkannt hatte, dass in dem einen Falle salpetrige Säure und in dem anderen Salpetersäure gebildet wurde. Vielmehr scheint uns dies ein zweites Beispiel dafür zu sein, dass man sich von den wirklichen Beziehungen „vor Einführung und Anwendung der atomistischen Theorie keine richtigen Begriffe" zu machen vermochte. Jedenfalls nahm DALTON in keine seiner ersten Atomgewichtstabellen die quantitative Zusammensetzung der salpetrigen Säure auf, während sich sowohl Stickoxydul als auch Stickoxyd, über deren Zusammensetzung er doch auch keine Versuche gemacht hatte, in allen Tabellen finden; und das allein macht es von vornherein höchst unwahrscheinlich, dass die Atomtheorie aus diesem Versuch über Stickoxyd und Sauerstoff entsprungen sei.

Allerdings kommt, wie wir auf Seite 249 seines Notizbuches gesehen haben, die Formel der salpetrigen Säure vor, aber die Stelle, an der sie, seitwärts von der Reihe der anderen, steht, lässt uns schliessen, dass sie erst später hinzugefügt wurde.

p. 250.

Wenn Salpetersäure und die anderen Verbindungen des Stickstoffs derart sind, wie auf den vorhergehenden Seiten angenommen wurde,

		Stickstoff	Sauerstoff
dann ist	oxydiertes Stickgas	58.6	41.4
	Salpetergas	41.4	58.6
und	Salpetersäure	26	74
	CAVENDISH	27.7	72.3
	LAVOISIER	20 1/2	79 1/2
	DAVY	29 1/2	70 1/2

Nach der obigen Theorie ergibt sich 1.43 für PRIESTLEY's[1]) Versuch.

N. B. — 9. September. CAVENDISH's Versuch geprüft. — Nach einstündigem fortwährendem Drehen — Maschine in gutem Stand. Ungefähr 20 Gran Teile Luft wurden auf 16 reduziert; übriggeblieben 2 1/3 Sauerstoff.

Dieser Auszug enthält eine Berechnung der Zusammensetzung der Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs aus den für Sauerstoff und Stickstoff durch die Analyse des Wassers und Ammoniaks erhaltenen Zahlen, und giebt einen unabhängigen, nicht zu unterschätzenden Prüfstein für die Atomtheorie und für die Genauigkeit der angenommenen Zahlen ab. Wie man sieht, differieren bei der Salpetersäure die von den verschiedenen Chemikern gefundenen Werte mehr unter sich als mit den berechneten.

Obgleich die in der ersten Tabelle enthaltenen Zahlen nicht von DALTON selbst herrührten, so verlor er keine Zeit, dieselben durch eigene Versuche zu bestätigen. Am 9. und dann am 10. September wiederholte er CAVENDISH's Versuch über die Zusammensetzung der Salpetersäure. Der Versuch vom 10. September wird in folgender Weise beschrieben: (Notizbuch Bd. 1 p. 213):

„10. September, Zusammensetzung der Salpetersäure. — CAVENDISH's Versuch. Ich nahm 17 Gran Luft, 1/3 stickstoff- und

---

[1]) Der hier gemeinte Versuch Priestley's ist der bekannte, bei welchem die Menge Sauerstoff durch allmähliges Hinzufügen von Stickoxyd bestimmt wird, oder umgekehrt. Wie Dalton zu der Zahl 1.43 kam, ist nicht recht verständlich. Nach p. 247 (Vgl. oben S. 26) verlangt „1 Sauerstoff 1.7 Salpetergas", und diese Zahl sollte man auch hier erwarten. K.

$^2/_3$ sauerstoffhaltig, in ein Glasrohr von $^1/_8$ " Durchmesser und elektrisierte sie fast ununterbrochen 4 bis 5 Stunden hindurch. Sie wurde nach und nach auf 4 Gran Teile reduziert, von denen $2\,^1/_3$ Sauerstoff waren. Es wurde mit Wasser, das keinen Sauerstoff enthielt, aber zu $^4/_5$ mit Stickstoff gesättigt war, abgesperrt; hauptsächlich wurde der Funken angewandt, doch manchmal wurden auch kurze Schläge benutzt.

Berechnung.

	Stickstoff	Sauerstoff
17 Gran	$5\,^2/_3$	$11\,^1/_3$
Rückstand 4 Gran	$1\,^2/_3$	$2\,^1/_3$
Es verschwanden	4	9
Relative Gewichte	24	63
1 Stickstoff zu 2 Sauerstoff / Individuelle Teilchen	4	11.3
D. h.	24	67.8" [1]

---

[1]) Dalton will hier die Volume Stickstoff und Sauerstoff ermitteln, welche sich zu Salpetersäure verbinden, und führt die Berechnung in folgender Weise aus:

	Stickstoff	Sauerstoff.
Es sind Volume	4	9

Die spezifischen Gewichte von Stickstoff und Sauerstoff stehen nun, wie Dalton annahm, zu einander im Verhältnis von 6 : 7. Um also die Volume 4 und 9 in ihre Gewichte umzuwandeln, multipliziert er sie mit 6 resp. 7 und erhält so

Stickstoff	Sauerstoff
24	63

Gewichtsteile.

Unter diesen Zahlen stehen oben in der „Berechnung" diejenigen, die unter der Annahme gefunden wurden, dass die entstandene Salpetersäure aus 1 Atom Stickstoff und 2 Atom Sauerstoff bestehe; also

Stickstoff	Sauerstoff
4	$2 \cdot 5.66 = 11.3$

Um den Unterschied zwischen den gefundenen und berechneten Zahlen für Sauerstoff besser übersehen zu können, bringt Dalton die Zahl für Stickstoff auf denselben Wert (24), wie vorhin, d. h. er multipliziert mit 6 und bekommt so

Stickstoff	Sauerstoff
24	67.8.

Bei diesem Versuche benutzte Dalton eine Reibungselektrisiermaschine. K.

p. 258.

19. September 1803.

Tabelle der spezifischen Gewichte u. s. w.

	Spez. Gewichte	Gewichte der kl. T.	Durchmesser der kl. T. bezogen auf Wasser = 1
Wasserstoffgas	0.077	1	10.5
Sauerstoffgas	1.127	5.66	8.5
Stickstoffgas	0.966	4	8
Verbindungen:			
Oxydiertes Stickgas, 2 Stickstoff, 1 Sauerstoff	1.610	13.66	10.2
Salpetergas, 1 Stickstoff + 1 Sauerstoff	1.102	9.66	10.3
Salpetersäure	2.440	15.32	9.5
Schwefel		14.4	
Kohle		4.4	
Phosphor		7.2	
Phosphorhaltiger Wasserstoff		8.2	
Gasförm. Kohlenoxyd, 1 Kohlenstoff, 1 Sauerstoff	1.000	10.1	11 +
Kohlensäure	1.500	15.7	11
Kohlehalt. Wasserstoffgas 1 : 1	0.660	5.4	10 +
Ammonium	0.580	5.00	10.2
Schweflichte Säure	2.265	20.00	10.2
Schwefelsäure		25.7	
Schwefelhaltiger Wasserstoff	1.106	15.4	12
Wasserdampf	0.700	6.66	10.6
Äther, 2 Kohlenstoff + 1 Wasserstoff	3.47	9.8	7 ÷
Alkohol, 2 Kohlenstoff + 2 Wasserstoff, 1 Sauerstoff		16.46	

Die Tabelle auf dieser Seite zeigt, dass DALTON unvorzüglich die Resultate seiner Untersuchungen mit zur Lösung des Problems heranzog, aus welchem sie entsprungen waren. Die dabei verwandten Gewichte weichen bis zu einem gewissen Grade von denjenigen ab, welche 14 Tage früher gebraucht wurden, und wurden mit den spezifischen Gewichten der Gase zusammen benutzt, um nach der schon oben (Seite 24) be-

schriebenen Methode die relativen Durchmesser der kleinsten Teilchen zu bestimmen. In dieser Tabelle speziell ist als Normaldurchmesser nicht der eines Teilchens Wasserstoff, sondern der eines Teilchens flüssigen Wassers gewählt worden, so dass die spezifischen Gewichte der Gase durch $833^{1}/_{3}$, d. i. der Dichte des flüssigen Wassers bezogen auf Luft, und die Gewichte der kleinsten Teilchen durch 6.66, dem Gewicht eines Atoms Wasser, dividiert werden müssen.

Der Wert für Wasserstoff sollte 11.7 betragen. Die Resultate zeigen, dass mit wenigen Ausnahmen die Durchmesser der verschiedenen Atome in der That verschieden sind, und Dalton war, wenn er annahm, dass die gleichmässige Mischung der Gase durch eine Verschiedenheit der Grösse ihrer kleinsten Teilchen zu stande käme, soweit durch die Thatsachen gerechtfertigt.

p. 260.

Kleinste Teilchen der Gase nach ihren spezifischen Gewichten geordnet:

1.	Wasserstoff	1
	Stickstoff	4
2.	Kohlehaltiges Wasserstoffgas	5.4
	Sauerstoffgas	5.5
	Phosphorhaltiges Wasserstoffgas	8.2
	Salpetergas	9.5
	Gasförmiges Kohlenoxyd	10.1
	Kohlehaltiger Wasserdampf	11.0
3.	Oxydiertes Stickgas	13.5
	Schwefelhaltiges Wasserstoffgas	15.4
	Kohlensäuregas	15.4 “

Hier sind die Atomgewichtszahlen von Dalton dazu benutzt, die Theorie, welche er in seiner Abhandlung über die Absorption der Gase aufgestellt hat, zu prüfen, dass die Löslichkeit eines Gases von dem Gewicht seiner kleinsten Teilchen abhänge. Denn, wenn wir diese Tabelle mit der folgenden in der Arbeit über die Absorption der Gase (*Denkschriften* von *Manchester*, 2. Ser., Bd. 1 1805 p. 272) gegebenen vergleichen, so ist die Anordnung nahezu die gleiche.

„Absorbiertes Volumen, ein Volumen Wasser als Einheit gesetzt.

$^1/_{64}$ **Stickgas, Wasserstoffgas, Kohlenoxyd.**
$^1/_{27}$ **Sauerstoffgas, Salpetergas, kohlehaltiges Wasserstoffgas aus Sümpfen.**
$^1/_8$ **ölmachendes Gas der holländischen Chemiker.**
1 **Kohlensäuregas, schwefelhaltiges Wasserstoffgas, oxydiertes Stickgas.“**

Wie schon bemerkt, wurde das „Kohlehaltige Wasserstoffgas aus Sümpfen“ erst einige Zeit nachdem die Arbeit gelesen war, hinzugefügt.

Das „kohlehaltige Wasserstoffgas“ der Tabelle (Vgl. oben S. 39) im Notizbuch ist ölbildendes Gas, während unter „kohlehaltigem Wasserdampf“ (11 = 5.5 + 4.4 + 1)[1]) ein Gas, das sich später als ein Gemenge aus Kohlenoxyd und Wasserstoff auswies, zu verstehen ist.

p. 262.

22. Dezember 1803.
Der Theorie entsprechende Verhältnisse der Bestandteile:

	Stickstoff	Sauerstoff
Oxydiertes Stickgas	62	38
Salpetergas	42.1	57.9
Salpetersäure	26.7	73.3

Davy's Versuche:

	Stickstoff	Sauerstoff
Oxydiertes Stickgas	63.3	36.7
Salpetergas	44.05	55.95
Salpetersäure	29.5	70.5

Dalton kommt hier noch einmal[2]) auf die Übereinstimmung zwischen Theorie und Versuch bei der Zusammensetzung der Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs zurück und verwendet für die Berechnung die Atomgewichte der letzten Tabelle[3]), in der Sauerstoff = 5.5 gesetzt ist. Dieser Eintrag ist von be-

[1]) Kohlehaltiger Wasserdampf = 11, besteht aus 5.5 (Sauerstoff nach Tabelle p. 260 des Notizbuches) + 4.4 (Kohle nach Tabelle p. 258) + 1 (Wasserstoff). K.

[2]) Vergl. oben S. 35 Notizbuch p. 250. K.

[3]) Vergl. oben S. 39 Notizbuch p. 260. K.

sonderem Interesse, weil das Datum, an welchem er stattfand, der 22. Dezember 1803, dasjenige seiner ersten Vorlesung vor der Royal Institution war. Demnach scheint es nicht zweifelhaft, dass DALTON die eben besprochenen verschiedenen Tabellen bei diesen Vorlesungen benutzte und das Notizbuch, welches dieselben enthielt, mit sich nach London nahm. Wir können uns dabei wohl vorstellen, dass dieser besondere Vergleich zur Prüfung von DALTON's letzten Ableitungen einer persönlichen Aufforderung DAVY's, der gegenüber der Atomtheorie die Rolle des Chymista scepticus[1]) spielte, seine Entstehung verdankte.

Die Berechnungen stehen auf der vorhergehenden Seite (261) des Notizbuches, und es ist interessant und vielleicht tröstlich, zu sehen, dass, da das Atomgewicht des Stickstoffs durch einen Schnitzer zu 4.5 anstatt zu 4 angenommen wurde, die Zusammensetzung des Stickoxyduls vollkommen falsch berechnet wurde. Die wirklichen Zahlen wären Stickstoff 59.2, Sauerstoff 40.8, die, beiläufig, mit den experimentellen Daten nicht so gut übereinstimmen.

Aus nahezu der gleichen Zeit, wie die oben citierten Tabellen, stammt eine Aufstellung, in welcher die Formeln klassifiziert sind (p. 361—353. 12. Oktober 1803), die einige Aufmerksamkeit verdient Die verschiedenen hier vorgeschlagenen Zeichen interessieren im besondern wegen der grossen Abneigung DALTON's gegen die später von BERZELIUS eingeführten Buchstabensymbole. Auch diese Zusammenstellung zeigt dieselben Eigentümlichkeiten, wie die vorhergehenden. Ölbildendes Gas wird als kohlehaltiges Wasserstoffgas, Sumpfgas dagegen gar nicht aufgeführt.

p. 361.

12. Oktober 1803.

Neue Theorie über die Zusammensetzung der kl. T. der Körper.

---

[1]) „Chymista scepticus". Titel von ROBERT BOYLES Werk. Rotterdam 1668. Erste englische Ausgabe: „Sceptical Chymist". London 1662. K.

Symbole so		oder so
Ⓗ	Wasserstoff	⊙
Ⓐ	Stickstoff	⦶
○	Sauerstoff	○
●	Kohlenstoff oder Kohle	●
Ⓢ	Schwefel	⊕
	Phosphor.	Ⓨ

p. 359.

Binäre Verbindungen.

⊙○	Wasser
⊙⦶	Ammonium
●○	Gasförmiges Kohlenoxyd
⦶○	Salpetergas
●⊙	Kohlehaltiges Wasserstoffgas
⊕○	Schweflichte Säure
⊕⊙	Schwefelhaltiges Wasserstoffgas
Ⓨ○	Phosphorichte Säure
Ⓨ⊙	Phosphorhaltiges Wasserstoffgas.

Ternäre Verbindungen.

⦶○⦶	Oxydiertes Stickgas
○⦶○	Salpetersäure
○●○	Kohlensäure
○⊕○	Schwefelsäure
●○●	Äther
○Ⓨ○	Phosphorsäure.

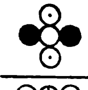
p. 355.

Verbindungen aus 4 Teilchen.

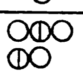
●⊙ ⊙⊙	Alkohol ?
●● ○○	Zucker.

p. 353.

Verbindungen aus 5 Teilchen.



Alkohol



Salpetrichte Säure.

Noch ein Punkt bleibt uns zu besprechen, nämlich der Einfluss von Richter's Arbeiten auf Dalton's Ideen. Wann Dalton mit Richter's Buch bekannt wurde, lässt sich schwer sagen, aber dass seine Theorie in irgend einer Weise durch diesen beeinflusst wurde, kann im Ernst doch kaum behauptet werden, da seine ersten Tabellen keine Spur davon zeigen; und doch wäre es für Dalton, hätte er Richter's Tabellen besessen, ausserordentlich leicht gewesen, die Atomgewichte der hauptsächlichsten Basen herauszurechnen. Auf diese Angelegenheit werden wir übrigens noch weiter unten (S. 85) bei der Erörterung der speziellen Zahlen, die Dalton in seinen unterschiedlichen Atomgewichtstabellen benutzte, zurückkommen.

Die von Debus ausgesprochene Ansicht,[1]) dass der Gebrauch des Ausdruckes „relative Dichte" in Thomson's Bericht über die Atomtheorie die Annahme des Gesetzes gleicher Volumina durch Dalton im Jahre 1804 voraussetzt, ist, wie wir sahen, ebenfalls ungenau. Dalton betont 1803 ausdrücklich (vergl. den Auszug aus seinem Notizbuch p. 246, den wir oben Seite 25 citierten), dass die spezifischen Gewichte der verschiedenen Gase keineswegs dasselbe sind, wie die spezifischen Gewichte ihrer kleinsten Teilchen. Überhaupt scheint er an das Gesetz gleicher Volumina niemals fest geglaubt zu haben, und liess es nur bedingt gelten; als sich dann später zeigte, dass es mit den Thatsachen nicht in Einklang zu bringen war, griff er sogleich zu derjenigen Aufstellung, die er als die einzig sichere erkannt hatte, nämlich der, „dass auch nicht zwei elastische Flüssigkeiten gleich grosse Teilchen haben".

[1]) Vgl. oben S. 11.

DALTON's Haltung gegenüber dem von GAY LUSSAC im Jahre 1808 ausgesprochenen Volumgesetz, welches seitdem für die chemische Theorie von so grundlegender Bedeutung wurde, werden wir leichter verstehen, wenn wir bedenken, wie fest er an die ungleiche Grösse und Zahl der Teilchen der verschiedenen Gase glaubte. Wenn wir aber den Gedanken beibehalten, dass die Atomtheorie durch die experimentelle Entdeckung des Gesetzes der multiplen Proportionen gezeitigt wurde, bleibt es schier unverständlich, warum ihr Begründer seine Anhängerschaft der Erkenntnis einer so glänzenden Erweiterung des nämlichen Prinzips versagt haben sollte. GAY LUSSAC's Gesetz führt, wenn es durch die Atomtheorie erklärt wird, sogleich zu dem Schluss, dass die Anzahl der Partikel in gleichen Räumen verschiedener Gase entweder gleich sein, oder in einfachem Verhältnis stehen muss.

Diesen Folgerungen aber schienen DALTON sowohl experimentelle Ergebnisse, als auch theoretische Erwägungen zu widersprechen. Die Resultate seiner eigenen Versuche wie die mancher anderer Chemiker sollten zeigen, dass die Volumverhältnisse, nach denen sich die Gase verbinden, weder genau gleich sind, noch in einfachen multiplen, sondern nur in annähernd solchen Verhältnissen stattfinden. Im Hinblick auf die eigentlichen Gase schwankte DALTON's Ansicht mit den Resultaten seiner Versuche.

Wasserstoff und Sauerstoff sollten sich einmal im Verhältnis von 2 : 1 (New System Vol. 2 p. 275. D. A. Bd. 2 p. 65) und ein anderes Mal von 1.97 : 1 (New System Vol. 2 p. 560. D. A. Bd. 2 p. 389) und ein drittes Mal von 1.85 : 1.00 (August 1804) verbinden. Sehr deutlich hat er in einem Briefe an BERZELIUS vom 20. IX. 1812 seine Ansicht (Vgl. unten S. 145) ausgesprochen, wenn er schreibt: „Die französische Lehre, dass sich die Gase nach gleichen Raumteilen verbinden, kann ich, wenn sie mathematisch genau genommen werden soll, nicht gelten lassen. Gleichzeitig aber muss ich zugeben, dass es etwas Wunderschönes um die Häufigkeit der Annäherung ist."

An dieser Meinung hielt er bis an das Ende seines Lebens fest, und so sagt er in dem Anhang an den letzten Teil seines

„New System“ p. 349:[1]) „Das Sichverbinden der Gase in gleichen und multiplen Raumteilen steht mit diesem Gegenstand in natürlichem Zusammenhang. Fälle dieser Art oder wenigstens Annäherungen solcher kommen häufig vor, aber noch niemals hat man diese Erscheinung grundsätzlich zu erklären vermocht; bis dies geschehen ist, haben wir, denke ich, die Pflicht, die Thatsachen auf das sorgfältigste zu erforschen, und dürfen uns nicht verleiten lassen, diese Analysen anzunehmen, ehe nicht Gründe für dieselben beigebracht werden können.“[2])

Interessant ist es, dass, obgleich DALTON's Versuche weniger genau als diejenigen GAY LUSSAC's waren, doch, „im mathematischen Sinne“ gesprochen, seine Schlussfolgerung die richtigere war. Genaue Dichtebestimmungen haben gezeigt, dass die Molekularvolumina der Gase nicht vollkommen gleich sind, sondern dass, je mehr ein Gas sich seiner kritischen Temperatur nähert, sein Molekularvolumen kleiner wird. Bei Gasen wie Ammoniak, Chlor und Schwefeldioxyd, steigt diese Differenz bis auf 1 oder 2 Prozent.

Die Nachweise, die wir in den oben mitgeteilten Auszügen über das Entstehen der Atomtheorie beigebracht haben, können wir in folgende wenige Worte zusammenfassen: Die Darstellung, die DALTON selbst nach dem Verlauf von 7 Jahren giebt, spricht der Theorie einen rein physikalischen Ursprung zu, und dies wird dadurch bestätigt, dass die in der ersten Atomgewichtstabelle (6. September 1803) den verschiedenen Oxydationsstufen des Stickstoffs, Schwefels und der Kohle zugesprochenen Verhältnisse sich nicht auf bestimmte experimentelle Beweise stützen, sondern sich aus einer der physikalischen Theorie entnommenen Voraussetzung ableiten. Andererseits steht ebenso fest, dass einen Monat vor der Aufstellung

---

[1]) Der letzte 8. Teil, bezeichnet als: „Part first of Vol. II“, des New System, von dem keine deutsche Ausgabe existiert, erschien 1827. K.

[2]) Diese Stelle illustriert uns Dalton's grosse Neigung zu theoretischen Spekulationen. Da für die Thatsache des Sichverbindens nach rationalen Multiplen es an einer theoretischen Erklärung fehlt, so trägt er Bedenken, die analytischen Befunde als ausreichend anzunehmen. R. u. H.

der ersten Atomgewichtstabelle DALTON einen Versuch angestellt hatte, der ihm zeigte, dass Sauerstoff mit solchen Mengen Stickoxyd verbunden werden konnte, die sich durch die Zahlen 1 und 2 darstellen lassen. Wenn indessen dieser Versuch DALTON den Gedanken an die Atomtheorie eingegeben hätte, so wäre es nicht zu verstehen, warum in der nur einen Monat später aufgestellten Tabelle das Atomgewicht der salpetrigen Säure, um welches sich doch die ganze Frage dreht, nicht mit aufgenommen wurde. Das Gewicht der Beweise fällt demnach entschieden zu Gunsten der Darstellung in die Wagschale, die DALTON selbst im Jahre 1810 zu London gegeben hat, und nach der er zur chemischen Atomtheorie zunächst durch ausschliesslich physikalische Überlegungen geführt wurde, im Gegensatz zu der bisher von den Chemikern vertretenen Ansicht, dass DALTON, um die von ihm aufgefundene Thatsache des Sichverbindens nach multiplen Proportionen zu erklären, die Atomtheorie ersonnen hätte.

Wir werden also unsere Ansicht über die Genesis der Atomtheorie richtig zu stellen haben. Denn daran scheint nicht zu zweifeln zu sein, dass der Gedanke an eine atomistische Struktur der Materie in DALTON als eine rein physikalische Vorstellung entstand, die sich ihm bei seinen Studien über die physikalische Eigenschaften der Atmosphäre und anderer Gase aufdrängte. Als er sich dann im weiteren Verlauf seiner Studien der Aufgabe gegenüber sah, die relativen Durchmesser der kleinsten Teilchen, aus welchen, wie er fest glaubte, alle Gase aufgebaut waren, zu bestimmen, griff er auf die Resultate der chemischen Analyse zurück. Unterstützt von der Annahme, dass Verbindungen stets auf dem einfachsten Wege vor sich gehen, kam er so auf den Gedanken, dass chemische Verbindungen zwischen Teilchen von verschiedenem Gewicht stattfinden, und gerade dies war es, was seine Theorie von den aus der Geschichte bekannten Spekulationen der Griechen unterschied. Die Ausdehnung dieses Gedankens auf die Körper überhaupt führte ihn notwendigerweise zu dem Gesetz des Sichverbindens nach multiplen Proportionen, und der Vergleich mit den Versuchen bestätigte seine Ableitungen auf das beste. Als es einmal entdeckt war, erwies sich das Prinzip

des Zusammentretens von Atomen von ganz allgemeiner Anwendbarkeit. Nichts wesentliches ist seitdem zu unserer Kenntnis der Gesetze, die die chemischen Verbindungen dem Gewicht nach regeln, mehr hinzugekommen. Es muss daher DALTON das seltene Verdienst zugeschrieben werden, dass er mit der Anwendung eines einzigen glücklichen Gedankens auf eine ganze Klasse chemischer Thatsachen, so vollständig die hauptsächlichsten Beziehungen umfasste, dass seine Verallgemeinerungen ohne Änderung die Arbeiten und Umwälzungen fast eines Jahrhunderts überdauert haben.

II. Kapitel.

DALTON's wissenschaftliches Tagebuch 1802—1808.

Eine Prüfung der Aufzeichnungen DALTON's während des Verlaufs seiner experimentellen Arbeiten in der Periode, in welcher er die Atomtheorie ausarbeitete, und welche in der Veröffentlichung des ersten Teiles seines New System of Chemical Philosophy im Jahre 1808 gipfelte, bestätigt ebenfalls den nicht chemischen Ursprung seiner grossartigen Conception vollkommen. Dabei ist zugleich ersichtlich, dass seine Aufmerksamkeit zunächst fast gänzlich auf rein physikalische Phänomene oder doch auf solche aus dem Grenzgebiet der Physik und Chemie gerichtet war. Die Löslichkeit der Gase in Wasser, die Diffusion der Gase zugleich mit den Gesetzen über die Wärme waren hauptsächlich Gegenstand seiner Untersuchungen, während die chemischen Arbeiten auf die Analysen, die diese Untersuchungen nötig machten, beschränkt blieben.

Indessen beginnen unmittelbar nach dem Erscheinen der ersten Atomgewichtstabellen in seinen Notizbüchern seine rein chemischen Arbeiten. Bis zum Jahre 1803 hatte die chemische Analyse, ganz besonders in ihrer Anwendung auf die Gase, nur einen geringen Grad von Genauigkeit erreicht, und die Resultate der verschiedenen Forscher von Ruf wichen um manches Prozent von einander ab. So sollte die Salpetersäure z. B. nach CAVENDISH 72,3, nach LAVOISIER 79,5 und nach DAVY 70,5 Prozent Stickstoff enthalten, und die Angaben über die Zu-

sammensetzung der Schwefelsäure gingen sogar noch weiter auseinander.

Um nun die Anwendbarkeit seiner Theorie von Atomen verschiedener Grösse und verschiedenen Gewichtes auf chemische Vorgänge zu prüfen, ging DALTON sogleich daran, die Analysen seiner Vorgänger und Zeitgenossen zu wiederholen und eigene selbständig auszuführen.

Schon 3 Tage, nachdem er in seinem Notizbuch die ersten Atomzeichen, mit denen wir bekannt sind, niedergeschrieben hatte, wiederholte er CAVENDISH's berühmten Versuch über die Zusammensetzung der Salpetersäure (Vgl. oben S. 33), und im darauffolgenden Herbst begann er die Reihe von Untersuchungen über die gasförmigen Verbindungen des Kohlenstoffs, welche ihn in stand setzten, den einfachen Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung des ölbildenden Gases und des Sumpfgases zu erkennen.

Als DALTON in dieser Richtung fortschritt, entwickelte sich in ihm Schritt vor Schritt der Plan zu dem New System of Chemical Philosophy, und so sehen wir ihn sich im Jahre 1806 dem Studium der Zusammensetzung der Salze, der Chemie der Metalle, und allgemeinen systematischen Arbeiten zuwenden.

Ganz besonders deutlich tritt DALTON's charakteristische Veranlagung bei seinen Arbeiten über den Wärmestoff zu Tage. Wenige Experimente ziehen eine weitgehende Verallgemeinerung nach sich, die sogleich in Gestalt einer Frage niedergeschrieben wird, und die dann durch eine folgende Reihe von Experimenten auf ihre Berechtigung hin geprüft wird. Fast alle in dem New System aufgestellten Grundsätze über die Wärme erscheinen in dieser Form in den Notizbüchern, zusammen mit vielen anderen Konjekturen, die der experimentellen Prüfung nicht standgehalten haben.

In den folgenden Blättern geben wir eine allgemeine Übersicht über die Natur von DALTON's Arbeiten während der einzelnen Monate jedes Jahres und fügen noch kurze Citate bei, welche seine charakteristische Art zu arbeiten und zu denken besonders anschaulich machen sollen.

Da das erste in den Notizbüchern sich findende Datum

„September 1802“ ist, so enthalten diesen schriftlichen Aufzeichnungen nichts über die folgenden Arbeiten DALTON's: „Über die Fähigkeit der Flüssigkeiten Wärme zu leiten“ (gelesen 12. April 1799), „Über Wärme und Kälte, die durch mechanische Kondensation und Verdünnung von Luft hervorgerufen wird“ (gelesen 27. Juni 1800), „Experimentaluntersuchungen über Gase“ (gelesen während des Oktobers 1801). Alle diese Abhandlungen wurden in den Denkschriften der Literary and Philosophical Society zu Manchester, Bd. 5 Teil 2 (1802) veröffentlicht, während die Arbeit: „Über das Bestreben der elastischen Flüssigkeiten, durcheinander zu diffundieren“, gelesen am 28. Januar 1803, sich im ersten Bande der 2. Serie der gleichen Denkschriften vom Jahre 1805 findet.

1802.

Die letzten vier Monate dieses Jahres waren mit Versuchen über Kalkwasser, über den Gehalt der Luft an Kohlensäure (Denkschriften von Manchester (2) Bd. 1. 1805. p. 253) und die Löslichkeit von Kohlensäure, Luft und anderen Gasen in Wasser ausgefüllt.

29. Oktober 1802: An diesem Tage las DALTON vor der Gesellschaft eine Arbeit „Über das Verhältnis, in welchem die verschiedenen Gase oder dehnbaren Flüssigkeiten die Atmosphäre zusammensetzen, nebst einer Untersuchung über den Unterschied zwischen der chemischen und der mechanischen Absorption der Gase durch Flüssigkeiten“ (veröffentlicht in den Denkschriften von Manchester (2) Bd. 1. 1805. p. 244; das der Arbeit beigedruckte Datum lautet: 12. November 1802).

[1. p. 90, 91].[1]) 26. Dezember: Siedepunkte von Schwefel- und Salpetersäuren verschiedener Konzentration.

1803.

Januar, Februar und März waren hauptsächlich Arbeiten über die Löslichkeit der Gase in Wasser gewidmet. [1. p. 81]. — „2600 Gran Wasser können aufnehmen:

---

[1]) Die Citate in [ ] beziehen sich auf die verschiedenen Bände der Notizbücher nebst Seitenangabe.

35	Stickstoffgas	1.35	1.6
38	Wasserstoffgas	1.46	1.7
60	Sauerstoffgas	2.31	3.0
146 / 156	Salpetergas	5.6 / 6.0	8 oder fast $^1/_{12}$."

Die Zahlen der 1. Kolonne geben die Löslichkeit in hundert Raumteilen Wasser an, die der 2. sind erst später hinzugefügt und wurden von DALTON für die richtigeren gehalten.

[1. p. 96—120]. — Diese Blätter sind ganz mit Spekulationen über die Anordnung der in Wasser gelösten Teilchen, unter besonderer Berücksichtigung der an der Oberfläche befindlichen, angefüllt. Die Art und Weise derselben mag aus dem folgenden Auszug beurteilt werden, der von dem Gleichgewichtszustand zwischen dem in Wasser gelösten Gase und dem ausserhalb desselben handelt. [1])

[1. p. 99, 100]. — „Frage, haben wir es nicht mit zwei Atmosphären, die gegeneinander drücken, zu thun, die beide nach geometrischen Progressionen von sehr verschiedenen Quotienten aufgebaut sind, die eine langsam und die andere sehr schnell an Dichte abnehmend?

„Wenn wir diese Frage beantworten wollen, müssen wir uns überlegen, welche Art geometrischer Reihe an der Oberfläche des Wassers Platz greifen wird.

„Nehmen wir an, die Zahl der Luftteilchen verhalte sich

[1]) Dalton nahm an, dass in einer vertikalen Gassäule die Entfernungen zwischen den Centren der Teilchen in den verschiedenen Schichten eine geometrische Reihe bilden. Die Dichte des Gases nimmt ab, und daher muss, seiner Anschauung gemäss, der Durchmesser seiner Teilchen nach oben hin zunehmen. In dem nun folgenden Abschnitte (Frage, haben wir es nicht u. s. f.) deutet Dalton an, dass bei einer Lösung eines Gases in Wasser die Gasteilchen auch in der Flüssigkeit in einer ähnlichen Weise geordnet sind; der Quotient der geometrischen Reihe ist verschieden, und die Dichte des Gases nimmt von oben nach unten zu ab. Dalton geht dann weiter und berechnet daraus den Durchmesser der Teilchen etc. in Schichten verschiedener Tiefe unterhalb der Oberfläche der Flüssigkeit; die in der letzten Kolonne der folgenden Tabelle befindlichen Zahlen sind Ergänzungen der in der vorhergehenden Reihe stehenden auf 100. R. u. H.

zu derjenigen des Wassers an der Berührungsfläche wie 1 zu 100, und nehmen wir weiter an, F ($29\frac{1}{2}$ Zoll Quecksilber) = der Kraft, die durch das Ganze auf die Oberfläche ausgeübt wird, während der gesamte Druck der Atmosphäre 30 Zoll beträgt. Dann muss die erste Schicht von Teilchen mit einer Kraft gleich $\frac{F}{100}$ drücken und mit derselben Kraft auch der ganze übrigbleibende Teil.

„Wenn wir die Gesamtkraft der Atmosphäre auf das Wasser nehmen, so ist jetzt die Abnahme für die Reihen gleich $\frac{1}{100}$ der Kraft, oder jedes untere Teilchen muss $\frac{1}{100}$ weiter von dem oberen entfernt sein, wenn die ursprüngliche Entfernung als Einheit angenommen wird. Demnach müssen die Entfernungen an den verschiedenen Punkten die folgenden sein:

1.01 = R	Durchmesser der Teilchen	Gesamtentfernung von der Oberfläche	Summa der Teilchen	Auf 100 ergänzt
1.01^{10}	1.1046	11.5	10.3	89.7
1.01^{50}	1.6446	66	40	60
1.01^{100}	2.7048	173.2	63.4	36.6
1.01^{150}	4.4485	349	77.8	22.2
1.01^{200}	7.316	689	86.5	13.5
1.01^{300}	19.789	1898	95 —	5 +

[1. S. 112]. 6. März: „Es scheint jetzt mehr als wahrscheinlich, dass in allen Fällen die Entfernung der gasförmigen Teilchen von Wasserstoff und Stickstoff, wenn sie in Wasser gelöst sind, viermal so gross ist, als wenn sie darüber lagern, das wäre gleich $\frac{1}{64}$ oder 0.015625, und beim Sauerstoffgas scheint die Entfernung dreimal so gross = $\frac{1}{27}$ = 0.037 mal so dicht zu sein. (Vgl. Denkschriften von Manchester (2) Bd. 1. 1805. p. 272.)[1])

[1]) Vgl. hierzu New System, Deutsche Ausgabe Bd. 1 S. 223. Dort heisst es: „Aus den neueren Versuchen des Dr. Henry in Verbindung mit den meinigen scheint man zu der Folgerung Grund zu haben, dass

Während derselben Monate wurden auch einige wenige Versuche über die Diffusion und einige mehr über die Vereinigung von Stickoxyd mit Sauerstoff ausgeführt. Auch wurde am 14. Januar vor der Gesellschaft in Manchester eine Arbeit gelesen über die „Spontane Vereinigung von verschiedenen elastischen Flüssigkeiten unter bestimmten Bedingungen“, über die kein Bericht veröffentlicht ist.

[1. p. 133]. 1.—6. April: Versuche über die Vereinigung von Stickoxyd mit Sauerstoff und über die Löslichkeit der Gase. Am 6. April ist bemerkt: „Beendigung dieser Art von Versuchen nach Mittsommer 1803.“ Der Rest des Monats April und der ganze Mai und Juni waren Untersuchungen gewidmet, welche sich über die Wärme, über die Ausdehnung der Flüssigkeiten und der des Wassers in verschiedenen Gefässen, und über die Kraft des Dampfes u. s. w. erstreckten.

[1. p. 161]. 5. Mai: „Es scheint mehr als wahrscheinlich, dass die Ausdehnung aller Flüssigkeiten (Mass für Mass) vom Schmelzen bis zum Sieden ihrer spezifischen Wärme reciprok ist, — und dass alle Flüssigkeiten (Mass für Mass) die gleiche Menge Wärmestoff nötig haben, um von ihrem tiefsten Stand bis zum Sieden unter atmosphärischem Druck zu gelangen.“

6. Mai: „Ich untersuchte eine gesättigte wässerige Lösung von gewöhnlichem Salz, sowie reines Wasser in ein und demselben Kolben. Sie dehnte sich um 348 Teile von 57° bis zum Siedepunkt des Wassers aus, dazu kommen noch 21 für das Glas, das macht 369. Nun müssen ungefähr 110 mehr für Salz und Wasser verwendet werden wegen 57° tiefer und 12° höher, das macht im ganzen 479 für Salz und Wasser. Die Ausdehnung von reinem Wasser ist für das gleiche Inter-

---

ein gegebenes Volumen Wasser nachstehende Antheile seines Volumens von den verschiedenen Gasarten absorbiere.“ Es folgt dann eine kleine Tabelle, in der für Wasserstoff $^1/_{64}$, für Sauerstoff $^1/_{27}$ als absorbierte Menge in der Raumeinheit Wasser angegeben wird. Wenn also das absorbierte Volumen Wasserstoff $^1/_{64}$ beträgt, so kann die Dichte desselben unter der Annahme, dass er in dem ganzen Raum gleichmässig verteilt ist, auch nur $^1/_{64}$ betragen, und die Entfernung seiner kleinsten Teilchen muss $= \sqrt[3]{64} = 4$ (mal so gross) sein. Entsprechend sind die Zahlen für Sauerstoff. K.

vall 363. Das giebt eine Kapazität für Wasser zu gesättigter Salzlösung nahezu wie 10 : 7.5. GADOLIN giebt an 0.7926; doch ist es wahrscheinlich, dass er einen zu hohen Wert fand, weil er den Nullpunkt zu hoch setzte.“ [1])

Im Juli dieses Jahres wurden wie alljährlich Ferien gemacht, deshalb findet sich auch nach dem 5. kein Eintrag mehr.

Der nächste ist vom 3. August datiert [1. p. 188]. — „Aus den Beobachtungen auf dem Helvellyn [2]) scheint hervorzugehen, dass der Siedepunkt bei einem Bergaufstiege von etwa 200 Ellen um 1° fällt.“

August: Versuche über die Löslichkeit der Gase, einige wenige Beobachtungen über die Vereinigung von Stickoxyd und Sauerstoff. Einige Versuche über die Diffusion. Die

---

[1]) In diesem Versuche bestimmte Dalton die Gesamtausdehnung
a) des Wassers von 32° F. (0° C.) bis 212° F. (100° C.); dieselbe betrug 363 Teilstriche seiner willkürlich angenommenen Skala;
b) einer gesättigten Lösung von Salz in Wasser ebenfalls von ihrem Gefrierpunkt, den er bei 0° F. (— 17.8° C.) annahm, bis zu ihrem Siedepunkt 224° (107.7° C.).

Von 57° F. bis 212° F.' wurde die Ausdehnung wirklich experimentell bestimmt, während für 0°—57° F. und 212—224° F. dieselbe berechnet wurde. Die Gesamtausdehnung wurde so zu 479 Skalenteilen ermittelt. Demgemäss steht die Ausdehnung einer Salzlösung zu der des Wassers, in dem Intervall vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt, in jedem Falle in dem Verhältnis 479 : 363. Ihre spezifischen Wärmen müssen sich daher, falls die am Tage vorher niedergeschriebene Annahme richtig ist, wie 363 : 479 verhalten, daraus ergiebt sich die spezifische Wärme einer gesättigten Salzlösung zu 0.75. R. u. H.

[2]) Der Helvellyn ist ein 992 m. hoher Berg auf der Grenze der englischen Grafschaft Cumberland und Westmoreland, in dessen Nähe Dalton häufig seine Ferien verbrachte. Er hat denselben wie auch andere Berge Nordenglands in den Jahren 1803—1820 oftmals bestiegen und dabei, wie er sich ausdrückt, die „heilsame Luft der Berge und Seen seiner engeren Heimat“, besonders auf ihren Wassergehalt hin in den verschiedenen Höhenlagen untersucht. Vgl. Observations in Meteorology, particularly with regard to the Dew Point, or quantity of Vapour in the Atmosphere, made on the Mountains in the North of England 1803 to 1820. Manchester, Phil. Soc. Mem. New Ser. Bd. 4. 1824, gelesen 1821, und Henry, Life of Dalton p. 146. K.

letzten davon wurden in der Weise ausgeführt, dass eine mit dem Gas gefüllte und zuweilen mit einer Röhre versehene Flasche während ein paar Minuten der Luft ausgesetzt und das zurückbleibende Gas untersucht wurde.[1])

[1. p. 244—260]. September: Hier folgen die Atomgewichtstabellen u. s. w., die bereits citiert worden sind. (Vgl. oben S. 25 ff.)

[1. p. 215—219]. — Diese Seiten veranschaulichen in bildlicher Darstellung DALTON's Ansichten über Lösungen von Gasen in Wasser; sie sind in den Denkschriften von Manchester (2) Bd. 1. 1805. p. 285 Tafeln 2 u. 3 veröffentlicht. In dem Notizbuche sind die beiden Zeichnungen der Teilchen mit der Entfernung 3 zu 1 (Dichte $^1/_{27}$) nur dem Sauerstoff und Stickoxyd zugeschrieben, während in den Denkschriften noch Sumpfgas hinzugefügt wurde, das, wie wir schon sahen, zuerst im Jahre 1804 von ihm studiert wurde. (Vgl. oben S. 28.)

Ausserdem wurden in diesem Monate noch einige Analysen der Luft ausgeführt.

Oktober: Absorption von Stickoxyd durch Wasser und Verbindung dieses Gases mit Sauerstoff (Vgl. oben S. 32). In diesem Monat begann DALTON seine Arbeiten über die gasförmigen Verbindungen des Kohlenstoffs, indem er Versuche über die bei der unvollständigen Verbrennung von Äther- und Alkoholdämpfen und bei dem Erhitzen des Holzes und von feuchter Holzkohle auftretenden Gase anstellte. Über nicht weniger als 70 Versuche mit Ätherdampf wird während dieses Monats berichtet, und fortwährend werden in den Aufzeichnungen neue Formeln für Äther und Alkohol aufgestellt, die die Resultate der einzelnen Versuche erklären sollen. In den Notizen zu seinen Vorlesungen vor der Royal Institution 1810 (Vgl. unten S. 107) teilt DALTON mit, was man damals über diese Frage wusste, und welche Überlegungen ihn zur Inangriffnahme der Untersuchung führten.

---

[1]) Vgl. hierzu den weiter unten mitgeteilten Brief an Dr. T. C. Hope vom 4. November 1808 S. 120 und die Bemerkungen dazu. S. 122. K.

Die folgende im Oktober geschriebene Stelle fasst die Resultate, zu denen er bis dahin gelangt war, zusammen. Das als „kohlehaltiges Wasserstoffgas“ in dieser Tabelle bezeichnete Produkt erweist sich nach den vorhergehenden Stellen des Notizbuches als aus dem Ätherdampf erhalten:

[1. p. 294]. —

	Sauerstoff.		Kohlensäure.	Abnahme vom Ursprüngl.
100 reines kohlehaltiges Wasserstoffgas würde	186	verlangen u.	120 ergeben.	1.56
100 reines gasförmiges Kohlenoxyd	50		100	0.5
100 reines Wasserstoffgas	42	(Wasserstoff $^1/_{12}$ gew. Luft)		1.4
	oder			
	50	(Wasserstoff $^1/_{10}$ gew. Luft)		1.5
100 reiner kohlehaltiger Wasserdampf	60		56	1.04 [1]

21. Oktober: Arbeit über die „Absorption der Gase“, gelesen vor der Gesellschaft zu Manchester. Diese Arbeit enthält die erste veröffentlichte Andeutung über die Atomtheorie.

4. November: Arbeit über „Das Gesetz der Ausdehnung

---

[1]) In dieser Tabelle ist in der 3. Kolonne die, der Änderung der Volumeneinheit des ursprünglichen Gases entsprechende, Grösse gegeben. Die erste Zahl ist mit 1.56 falsch angegeben, sie sollte 1.66 lauten, und zwar nach folgender Berechnung:

1. Zeile

$$\begin{array}{r} 100 + 186 = 286 \\ -120 \\ \hline 166 : 100 = 1{,}66 \end{array}$$

Oder 2. Zeile

$$\begin{array}{r} 100 + 50 = 150 \\ -100 \\ \hline 50 : 100 = 0.5 \end{array}$$

Zeile 3 will besagen: Wenn das spez. Gewicht des Wasserstoffs = $^1/_{12}$ der gew. Luft beträgt, so verbindet er sich mit 42 Sauerstoff, wenn = $^1/_{10}$ mit 50 Sauerstoff. K.

elastischer Flüssigkeiten, tropfbarer Flüssigkeiten und der Dämpfe" (nicht veröffentlicht).

Dieser Arbeit sind die Resultate und Spekulationen, die während der Monate April, Mai, Juni und Juli in das Notizbuch eingetragen wurden, einverleibt.

Von besonderem Interesse ist der einzige Eintrag aus dem November dieses Jahres.

[1. p. 306]. 13. November: „Frage, sollte die Dichte des Wasserstoffs nicht immer die gleiche sein im Wasserstoffgas, im kohlehaltigen Wasserstoffgas, im sauerstoffhaltigen Wasserstoffgas (Wasserdampf), im schwefelhaltigen Wasserstoffgas, im stickstoffhaltigen Wasserstoffgas (flüchtigem Alkali) und im phosphorhaltigen Wasserstoffgas?"

Dezember: Die einzigen Notizen betreffen einige Luftanalysen, Versuche über die latente Wärme des schmelzenden Eises, und eine Wiederholung von HOPE's Versuch [1]) am 16. Dezember. Dazu kommt noch der Eintrag vom 22. Dezember, über den wir schon (Vgl. oben S 40) berichtet haben.

Gegen Ende des Monats ging DALTON nach London, um eine Reihe von Vorlesungen vor der Royal Institution zu halten, deren erste am 22. Dezember stattfand.

1804.

10. Januar: Brief aus London an den Herausgeber von „Nicholson's Journal", in welchem die Meinung ausgesprochen wird, dass die grösste Dichte des Wassers bei 32° F. sei. (Vgl. unten S. 127.)

Februar, März, April: Versuche bei welcher Temperatur Wasser die grösste Dichte hat.

[1. p 381, 382]. März: Auf diesen Blättern findet sich die erste Anwendung der Atomtheorie auf Metallverbindungen. (Vgl. unten S. 91.)

Mai und Juni: Diffusion, Löslichkeit, Verbindung von Sauerstoff mit Wasserstoff und Sauerstoff mit Stickoxyd.

---

[1]) Gemeint ist der von Hope in seinem Briefe an Dalton mitgeteilte Versuch über den Gang der Ausdehnung des Wassers. (Vgl. unten S. 124.) K.

Juli: Am 28. findet sich der gewohnte Ferieneintrag, der von der Luft am Helvellyn handelt.[1])

August: Versuche über die gasförmigen Verbindungen der Kohle aus Äther und Alkoholdämpfen und aus Sümpfen.

[1. p. 269]. — „Das neue kohlehaltige Wasserstoffgas aus Sümpfen enthält keinen Sauerstoff und vor der Reinigung 7 bis 8 % Kohlensäure."

Dann folgt eine Anzahl eudiometrischer Analysen, von denen die nachstehende als Beispiel dienen mag:

32	
78	Sauerstoff
110	
80	angezündet.
67	gewaschen.

[1. p. 271]. — „Neues kohlehaltiges Wasserstoffgas aus Sümpfen.

Aus einer Reihe sehr massgebender, direkter und indirekter Versuche geht hervor, dass dieses Gas zu $^1/_{27}$ absorbiert wird und sich darin von beiden, dem ölmachenden Gas und dem gasförmigen Kohlenoxyd, unterscheidet."

[1. p. 272 a]. — „Frage, besteht Äther nach alledem nicht aus 1 Kohlenstoff und 1 Wasserstoff?

Äther? ölmachendes Gas. oxydierter Kohlenstoff.

oder ist

Äther. ölmachendes Gas. kohlehaltiges Wasserstoffgas.

oxydierter Kohlenstoff."

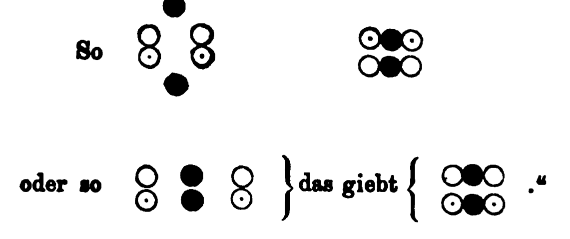
[1. p. 278]. — „N. B. Das kohlehaltige Wasserstoffgas bildet sich im Wasser folgendermassen:

---

1) Vgl. oben Anm. 2 S. 54. K.

2 Sauerstoff + 1 Kohlenstoff = Kohlensäure
2 Wasserstoff + 1 Kohlenstoff = dem fraglichen Gas

aus der Zersetzung von 2 Teilchen Wasser.



Dies ist eine der wenigen Gleichungen in Symbolen, die sich unter den Notizen findet.

[1. p. 282]. 24. August: „Es scheint jetzt sehr wahrscheinlich, dass das in diesen Notizen als oxydierter Kohlenstoff bezeichnete Gas in Wirklichkeit ein Gemenge gasförmigen Kohlenoxyds mit Wasserstoff zu gleichen Teilen ist.

[1. p. 283]. 24. August: Diese Seite enthält eine Aufstellung, die uns zeigt, dass zu dieser Zeit das Verhältnis des ölbildenden Gases zum Sumpfgas klar geworden war.

Ölmachendes Gas. [1])

Mass	Säure	Sauerstoff	Verminderung
100	200	300	200

Sumpfgas. [1])

Mass	Säure	Sauerstoff	Verminderung
100	100	200	200

[1]) Im New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 252, finden wir: „Dieser Atom (ölmachendes Gas) wird 3 Sauerstoffgas zu seinem Verbrennen bedürfen; nämlich 2 für die Kohle, um Kohlensäure zu bilden, und 1 für den Wasserstoff, um Wasser darzustellen.“ Mit Bezug auf das Sumpfgas finden wir folgende Stelle auf Seite 257: „Lässt man 100 Maass kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas zu 200 Maass Sauerstoffgas treten, und entzündet man das Gemenge über Quecksilber, so wird das Resultat eine Verminderung im Volumen des Gas von beinahe 200 Maass seyn, und die rückständigen 100 Maass werden Kohlensäure seyn.“ K.

Alle Gase, die ölmachendes Gas enthalten, zeichnen sich durch den Geruch aus, die oxydierten Kohlengase und Sumpfgas nicht.

[1. p. 287, 288]. — Diese Blätter enthalten eine Liste der Äquivalente der Alkalien und Erden, die später besprochen werden sollen. (Vgl. unten S. 85.)

Von Interesse sind die folgenden „Bemerkungen über schwefelhaltiges Wasserstoffgas u. s. w.“

[1. p. 324—326]. — 1) „Schwefelhaltiges Wasserstoffgas kann nicht aus Schwefel und Wasser bestehen, weil, wenn es mit Sauerstoff verbrannt wird, der Schwefel sich niederschlägt, und der Sauerstoff verbraucht wird.

2) Das Gas wird also aus 1 Wasserstoff + 1 Schwefel oder 2 Wasserstoff + 1 Schwefel bestehen. Es kann hergestellt werden aus Schwefel und Wasserstoff, indem man Wasserstoff über geschmolzenen Schwefel streichen lässt.

3) Es erscheint wahrscheinlich, dass das „Öl“, welches Berthollet „gewasserstofften Schwefel“ nennt, aus 1 Schwefel und 1 Wasserstoff besteht, analog dem ölmachenden Gas aus Kohlenstoff und Wasserstoff.

⊙⊕⊙ Schwefelhaltiges Wasserstoffgas.

⊙⊕⊙ Ⓛ Hydrogenisierte schwefelhaltige Kalkerde.

⊕ Ⓛ Schwefelhaltige Kalkerde.

⊕ ⊙ Gewasserstoffter Schwefel.

Ⓛ⊕⊙ Gewasserstoffte schwefelhaltige (Kalkerde).“

September: Versuche mit Volta's Eudiometer und über Ätherdampf u. s. w. Ausdehnung des Wassers.

[1. p. 318]. — Theorie der Metalloxyde (Vgl. unten S. 91).

[1. p. 329]. 13. September: „Es erscheint in hohem Masse wahrscheinlich, dass Stickstoff und Sauerstoffgas, leicht zusammengedrückt, durch den elektrischen Funken entzündet werden und Salpetersäure geben.“

[2. p. 107]. 14. September: Verbesserte Tabellen über die spezifischen Gewichte u. s. w. verschiedener Gase.

	Spez. Gewicht Luft = 1	Gew. der kl. Tl. Wasserstoff = 1	Durchmesser der elast. Tl. Wasserstoff = 1
Wasserstoffgas	0.1	1	1
Sauerstoffgas	1.127	5.5	0.787
Stickstoffgas	0.966	4.2	0.758
Verbindungen.			
Oxydiertes Stickgas (2 Stickstoff + 1 Sauerstoff)	1.610	13.9	0.952
Salpetergas (1 Stickstoff + 1 Sauerstoff)	1.102	9.7	0.958
Salpetersäure (1 Stickstoff + 2 Sauerstoff)	2.440	15.2	0.854
Kohlenoxyd (1 Kohlenstoff + 1 Sauerstoff)	0.84	9.8	0.998
Kohlensäure (1 Kohlenstoff + 2 Sauerstoff)	1.500	15.3	1.00
Ölmachendes Gas (1 Kohlenstoff + 1 Wasserstoff)	0.905	5.3	0.809
Kohlehalt. Wasserstoffgas aus Wasser (1 Kohlenstoff + 2 Wasserstoff)	0.620	6.3	1.00
Schwefelh. Wasserstoffgas (1 Schwefel + 2 Wasserstoff?)	0.106?	16.4?	
Dämpfe.			
Wasserdampf (1 Wasserstoff + 1 Sauerstoff)	0.700	6.5	0.976
Äther (2 Kohlenstoff + 1 Wasserstoff)	3.47	9.6	0.652
Alkohol (2 Kohlenstoff + 1 Wasser)	2.00	15.1	0.911
Ammoniumgas (1 Stickstoff + 1 Wasserstoff)	0.580	5.2	0.965

Man sieht, dass die Zahlen der letzten Kolonne im allgemeinen recht erheblich voneinander abweichen, und offenbar scheinen sie DALTON in sehr befriedigender Übereinstimmung mit seinen Anschauungen über die Struktur der Gase gestanden zu haben.

Oktober, November und Dezember: In diesen Monaten wurden Versuche über die Wärme, den Betrag der Abkühlung der Körper[1]) und die Ausdehnung und Tempe-

[1]) Vgl. unten Anm. 1 S. 65. K.

ratur der grössten Dichte des Wassers angestellt. DALTON las damals vor der Gesellschaft zu Manchester folgende Arbeiten: Am 5. Oktober „Über Wärme“ und am 30. November „Prüfung von Dr. HOPE's Arbeit über die Zusammenziehung des Wassers durch Wärme“.

1805.

Januar: Feststellung der Temperatur, bei welcher Wasser die grösste Dichte hat, durch Ausdehnung in Thermometern aus verschiedenem Material und durch HOPE's Versuche unter wechselnden Bedingungen.

In den Monaten Februar, März, April und Mai finden sich keine Einträge. Aus HENRY (Life of Dalton, p. 63) erfahren wir, dass DALTON im Februar nach London ging, um Apparate zu kaufen, und dass er im Sommer dieses Jahres in Manchester vor einem Auditorium von etwa 120 Personen eine Reihe von Vorlesungen hielt, für die jeder Zuhörer 2 Guineen zu zahlen hatte.

Der letzte Abschnitt des 2. Bandes der Notizen besteht aus einem halben Dutzend übriggebliebener Prospekte zu diesen Vorlesungen, die zusammengeheftet sind; ihre bedruckten Seiten sind oft genug gerade so mit Notizen bedeckt, wie die leeren.

Der Prospekt lautet wie folgt:

„Prospekt
zu einem Kursus von Vorlesungen
aus der
Naturphilosophie
abzuhalten
in
Manchester
von
John Dalton.

„In einer volkreichen Stadt, wie diese, in welcher Künste und Gewerbe so innig mit den verschiedenen Zweigen der

Wissenschaft verknüpft sind, darf vorausgesetzt werden, dass die öffentliche Unterstützung einer Person nicht fehlen wird, die wohl befähigt ist, die Wahrheiten der experimentellen Wissenschaften auf freier und breiter Grundlage darzuthun und zu illustrieren.

„Nichtsdestoweniger wäre es unklug von jemandem, dem nur beschränkte Mittel zur Verfügung stehen, einen grossen und teuren Apparat, der dem Gegenstande angemessen ist, auf den blossen guten Glauben hin zu erwerben. Etwas wie eine Sicherheit der Entschädigung kann billigerweise bis zu einem gewissen Grade wohl erwartet werden.

„Von dieser Ansicht ausgehend werde ich, wenn sich eine genügende Anzahl von Unterzeichnern, zu 2 Guineen die Person, findet, den zur Zeit in meinem Besitz befindlichen Apparat so vervollständigen, dass ich einen Kurs von 20 Vorlesungen über die verschiedenen Zweige der experimentellen Philosophie in dem kommenden Frühling abhalten kann. Da ich mich Jahre hindurch der mathematischen Wissenschaften und der Naturphilosophie befleissigt habe, und da ich kürzlich erst eine ähnliche Reihe von Vorlesungen vor der Royal Institution in London gehalten habe, so hoffe ich, einen gewissen Anspruch auf das öffentliche Vertrauen zu haben.

Jedes Subskriptionsbillet gilt für einen Herrn und eine Dame oder zwei Damen. Wenn die Zahl der Subskribenten 60 übersteigt, so wird jede Vorlesung zur grösseren Bequemlichkeit derselben zweimal gehalten werden.

Diejenigen, die das Unternehmen unterstützen wollen, würden mich verpflichten, wenn sie ihre Namen baldmöglichst in die Listen, die in den Buchhandlungen der Hrn. Clarkes und Thomson & Sohn aufliegen, eintragen wollten."

Falknerstrasse, 2. Januar 1805.

Juni: Zusammensetzung des Stickoxyduls. Löslichkeit von ölbildendem Gas, Stickoxydul und Stickoxyd.

[2. p. 36]. 5. Juli: „Sumpfgas scheint, um brennen zu können, die gleiche Menge, nämlich 100 % Sauerstoff nötig

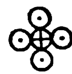
zu haben, man erhält dann ebensoviel Gas ohne irgend welche Säure, und zwar gasförmiges Kohlenoxyd und Wasserstoff.[1])

Ölmachendes Gas [2]) scheint ebenfalls gleichviel Sauerstoff, um zu verbrennen, nötig zu haben. — Man erhält dann nahezu das vierfache Volumen, verbraucht die Hälfte seines Volumens Sauerstoff und die Hälfte Säure entsteht. Nach dem ersten Verbrennen findet sich kein Sauerstoff und keine Säure.“

Zusammensetzung des Stickoxyduls, des Gases aus Buchsbaum, aus Kreide und Eisen, Ätherdampf, ölbildendes Gas u. s. w.

[2. p. 41]. — Zusammensetzung des Schwefelwasserstoffs durch Explosion mit Sauerstoff.

„Es scheint klar, dass schwefelhaltiges Wasserstoffgas 2mal seine Menge Sauerstoff nötig hat und infolgedessen 4mal so schwer als gewöhnlicher Wasserstoff ist.“



(Vgl. hierzu oben S. 56 über die Dichte des Wasserstoffs in seinen Verbindungen.)

---

[1]) Das gleiche findet sich weiter ausgeführt im New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 2. Kapitel „Kohlehaltiges Wasserstoffgas“ Nr. 4 Seite 257. K.

[2]) New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 258. Dort heisst es: „Mengt man 100 Maass Sauerstoffgas mit 100 Maass ölmachendem Gas und elektrisiert man das Gemenge, so erfolgt eine nicht sehr heftige Explosion; statt aber der gewöhnlichen Verminderung bemerkt man eine bedeutende Zunahme im Volumen des Gas, indem man nicht 200 Maass, sondern ungefähr 360 Maass Gas vorfindet. Gewöhnlich bemerkt man einige Spuren kohlensaures Gas, welche verschwinden, wenn man das Gas zwei- bis dreimal durch Kalkwasser gehen lässt. Es werden dann ungefähr 350 Maass eines permanenten Gas übrig bleiben, welches ganz verbrennlich ist und bei einem neuen Zusatz von Sauerstoffgas durch das Verbrennen, Kohlensäure und Wasser giebt, genau ebenso, als wenn es im ersten Falle verbrannt worden wäre.

Welches ist nun aber die Natur des neuen Gas in diesem Zwischenzustande? Die Beantwortung dieser Frage ist leicht. Es ist ein Gemenge aus Kohlenoxyd und Wasserstoffgas, von jeder dieser Gasraten eine gleiche Anzahl Atome u. s. w.“ K.

Juli: Spez. Gewicht der Luft, des Atherdampfes, der Kohlensäure und des Sumpfgases.

August: Löslichkeit von Gasen, Zusammensetzung des Stickoxyduls, Äthergases u. s. w.

September: Alkoholdampf.

Stickoxyd und Sauerstoff.

Zwei bis drei Seiten sind mit einem Bericht über die Farbe der durch Quecksilbernitrat und Bleiacetat in Kalkwasser, Schwefelwasserstoff und Alkalien erzeugten Niederschläge angefüllt; dies beweist, das DALTON nunmehr auch Interesse an der allgemeine Chemie nahm.

Oktober: Der einzige Eintrag während dieses Monats ist der folgende:

[2. p. 123]. 6. Oktober 1805: „Aus verschiedenen Versuchen geht hervor, dass, wenn Wasserstoff mit Sauerstoff verbrannt wird, 100 Sauerstoff 190 Wasserstoff verlangen; wenn die Verbrennung sehr schnell von statten geht, so scheint eine Spur von Sauerstoff im Wasserstoff zu bleiben, beim langsamen Verbrennen scheinen 100 Sauerstoff 200 Wasserstoff zu erfordern. Endlich scheinen 60 für atmosphärische Luft gerade recht zu sein.

„Noch einmal wiederholt — 60 scheint in der That die nächste Zahl zu sein.

21/39
13
185 das mag für 190 gelten."

60 bedeutet hier die Abnahme an Volumen, wenn man Luft von 21 % Sauerstoff mit Wasserstoff verbrennt.

November: Abkühlung eines Thermometers in verschiedenen Gasen. [1])

[1]) Vergleiche New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 182: „Der Körper erkaltet in einigen der elastischen Flüssigkeiten in sehr verschiedenen Zeiten. — Ich habe einige Versuche in der Absicht angestellt, um das relative abkühlende Vermögen der Gasarten zu erforschen." Dalton tauchte ein erwärmtes Thermometer in eine Flasche, die nacheinander mit verschiedenen Gasen gefüllt war, und beobachtete dann die Zeit, in der sich das Thermometer in den verschiedenen Gasen um den gleichen Betrag abkühlte. K.

Verbrennungswärme des Talgs.

DALTON scheint um diese Zeit sein „New System" begonnen zu haben (HENRY, Life of Dalton, p. 64). Dies giebt ohne Zweifel die Erklärung für die geringe Zahl experimenteller Arbeiten, die er während dieser Monate ausführte.

Dezember: Versuche über den Betrag der Abkühlung u. s. w.

Versuche über zuckerhaltigen Harn.

[2. p. 137]. 1. Dezember: „Es scheint wahrscheinlich, dass die Ausstrahlung der Wärme entweder in konstanter Menge stattfindet oder vielleicht proportional der Verminderung der Dichte zunimmt,[1] und dass die Abnahme durch Leitung[2] von der eigenen Kapazität des Mediums abhängt. Deshalb kann die Abnahme durch Leitung nicht genau der Abnahme der Dichte entsprechen, weil die Kapazität in verdünnter Luft grösser ist, was durch die hervorgebrachte Kälte bestätigt wird; sie kann nicht gleich der $\sqrt[3]{}$ aus der Dichte oder dem Durchmesser der Partikel sein, weil die Erfahrung dagegen spricht. Möglicherweise ist es die $\sqrt[2]{}$ aus der Dichte, da diese nahezu mit den Versuchen übereinstimmt. Das Quadrat der Kubikwurzel aus der Dichte scheint nicht zu stimmen — und sollte es auch nicht." [3]

. . . .

Notiz (später hinzugefügt).

---

[1]) Vgl. New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 120. Die Ursache der Abkühlung ist nach Dalton Entziehen, Ausweichen und Pulsation oder Ausstrahlung der Wärme, von der letzteren giebt er an, dass dieselbe z. B. bei metallischen Oberflächen nur den achten Teil von der bei Oberflächen von Papier beträgt. K.

[2]) Vgl. New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 120. Durch Entziehen (abduction), das ist durch das eigentümliche leitende Vermögen der Luft. K.

[3]) Ergänzendes und Erläuterndes dazu siehe im New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 132. Dort werden die Erscheinungen, welche das Erkalten der Körper in verschiedenen Arten von elastischen Flüssigkeiten darbietet, besprochen. K.

„Voraussichtlich das Quadrat der $\sqrt[3]{}$ aus der Dichte multipliziert mit der Kapazität."

Im New System 1 p. 120 (Deutsche Ausgabe Bd. 1 S. 135) giebt DALTON seine endgültige Anschauung, die er folgendermassen zusammenfasst: „nahezu oder genau wie die $\sqrt[3]{}$ aus der Dichte."

1806.

Januar: Temperatur des Wassers bei grösster Dichte.

Februar: Kein Eintrag.

März: Versuche über das Einatmen und Verbrennen von Luft (Abhandlung unter dem Titel „Über Atmung und tierische Wärme", gelesen 7. März 1806. Veröffentlicht in den Denkschriften von Manchester, 2. Serie, Bd. 2; 1813, p. 15).

Der Rest dieses Monats wie der ganze April und Mai und noch der grösste Teil des Juni wurde völlig (die Notizen füllen über 50 Seiten) von Experimenten und Spekulationen über den Wärmestoff in Anspruch genommen, deren endliche Resultate im New System, Teil 1, niedergelegt sind.

Der folgende Auszug aus einem kurzen Artikel „Über den Wärmestoff", der fünf Seiten des Manuskripts einnimmt, [2. p. 287—292]. 23. Mai 1806, ist besonders deshalb von Interesse, weil er uns ein deutliches Bild von DALTON's Ideen über die Atmosphäre von Wärmestoff, mit welcher seine Atome umhüllt waren, giebt. [1])

„Nach dieser Auffassung ist jedes Atom von einer Atmosphäre Wärmestoff umgeben, ganz in der gleichen Weise, wie die Erde oder irgend ein anderer Planet von seiner Luftatmosphäre umhüllt ist, von der man doch sicher nicht annehmen kann, dass sie durch chemische Affinität, sondern durch eine durchaus anders geartete Anziehung zusammengehalten wird. Von jeder Art von Atomen oder kleinsten Teilchen der Stoffe

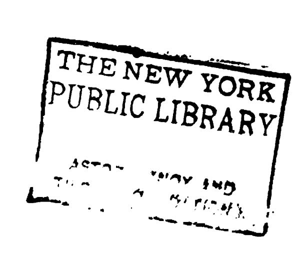
---

[1]) Vgl. zu dem folgenden: New System, T. 1, Kap. 1, Abschn. 4. Theorie des spezifischen Wärmestoffes elastischer Flüssigkeiten. Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 77—86 K.

müssen wir voraussetzen, dass sie auf den Wärmestoff eine eigentümliche Anziehungskraft ausüben, durch welche unter sonst gleichen Umständen eine grössere oder geringere Menge dieses Fluidums um sie gelagert wird: Dies giebt Aufschluss über das, was unter verschiedener Wärmekapazität der Stoffe oder unter ihrer spezifischen Wärme verstanden wird. Zwei beliebige Körper, deren Atome verschiedene Wärmekapazität haben, werden, wenn sie in irgend ein Medium gebracht werden, die gleiche Temperatur annehmen. Dieser Zustand besteht darin, dass die einzelnen Wärmeatmosphären an ihrer äusseren Oberfläche, oder da, wo sie sich berühren, die gleiche Dichte annehmen. Daher müssen die virtuellen Durchmesser der materiellen Atome unter sonst gleichen Umständen, entsprechend ihrer Anziehungskraft auf den Wärmestoff, schwanken. Diejenigen mit grosser Anziehungskraft werden eine umfangreichere und dichtere Atmosphäre um sich lagern, während diejenigen mit schwacher Anziehungskraft auch eine mindere Atmosphäre um sich haben werden. Deshalb wird auch der virtuelle Durchmesser, d. h. der des Atoms mit seiner Atmosphäre im zweiten Fall, geringer sein, obgleich die Atmosphären beider ganz das gleiche Bestreben haben, je nach dem Wechsel der Temperatur an Wärmestoff zu- oder abzunehmen.

„Was unter Temperatur zu verstehen ist, wird man vielleicht am besten begreifen, wenn wir von einem Vakuum ausgehen, das von einem festen Körper umgeben ist. Der Wärmestoff wird so lange in das Vakuum fliessen, bis dasselbe mit einer Atmosphäre von gleichmässiger Dichte angefüllt ist. Wenn dann dem festen Körper noch mehr Wärme hinzugefügt wird, so wird ein Teil der letzteren an das Vakuum abgegeben werden; unter der Dichte des Wärmestoffs im Vakuum ist dann das eigentliche Mass der Temperatur zu verstehen, vorausgesetzt, dass es erhalten werden kann.

Jedes materielle Atom besitzt dieselbe Anziehungskraft auf den Wärmestoff, gleichgültig, ob es sich in einer dichteren oder weniger dichten Atmosphäre dieses Fluidums befindet; die aufgenommene Menge muss also vornehmlich von der Temperatur des Mediums abhängen.“



June 17th (219) Thoughts on atmospheres of caloric.

1 It is probable that on the addition or chemical combination of two atoms, the caloric between them is partly given out & is thrown on the new general atmosphere, but that the quantity thrown out is always greater than the quantity so collected.

2 It is probable that the distances of the particles so combined varies by heat the same in the simple as the compound, in like circumstances. —

3 The [illegible] of compound particles cannot be [illegible] if one simple has a greater attraction for caloric than another. — The difference however must be small. —

[2. p. 208]. — „Frage, sollte nicht die in einem gegebenen Volumen Gas enthaltene Menge von Wärmestoff in der gleichen Weise schwanken, wie die Durchmesser der Atome unter gleichem Druck? Nein.“

[2. p. 209]. 1. Juni: 1. „Es scheint klar, dass die Anziehung irgend welcher Atome auf den Wärmestoff sich wie deren Durchmesser im elastischen Zustand verhalten muss, nach welchem Gesetz auch immer die Anziehung stattfindet.

2. „Es scheint ebenso gewiss, dass, wie immer das Gesetz der Anziehung lauten möge, es doch die relativen Mengen von Wärmestoff, die unter gleichen Umständen um verschiedene Arten gelagert sind, nicht berührt.

3. „Endlich müssen die absoluten Mengen von Wärmestoff, die um die verschiedenen Atome gelagert sind, sich verhalten wie die Kuben der Durchmesser dieser Atome. „Folglich enthalten gleiche Volumina elastischer Flüssigkeiten bei demselben Druck und derselben Temperatur gleiche Mengen Wärmestoff.“[1])

Dieser Schluss wird in dem New System 1. p. 70 als unhaltbar nachgewiesen. [2])

[2. p. 218, 219]. 17. Juni:

„Gedanken über Atmosphären von Wärmestoff.“

1. „Es ist wahrscheinlich, dass bei einer Vereinigung oder chemischen Verbindung zweier Atome Luft der Wärmestoff zwischen ihnen teilweise abgegeben und teilweise von der neugebildeten gemeinsamen Atmosphäre aufgenommen wird, jedoch wird die abgegebene allemal grösser als die so gesammelte Menge sein.

2. „Es ist wahrscheinlich, dass die Entfernung der so vereinigten Partikeln von einander unter sonst gleichen Umständen durch den Einfluss der Wärme im Einzelzustand gerade um soviel schwankt als im verbundenen Zustand.

3. „Die Gestalten der zusammengesetzten Teilchen können nicht kugelförmig sein, wenn das eine für den Wärmestoff eine

---

[1]) New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 80. K.

[2]) Die Stelle lautet im deutschen Text: „Allein diese Voraussetzung ist unhaltbar.“ A. a. O., S. 81. K.

grössere Anziehung als das andere hat. Allerdings wird die Abweichung nicht gross sein.

4. „Wenn drei einzelne Teilchen zu einer Partikel oder zu zweien, von denen das eine ein Doppelteilchen, das andere ein einfaches ist, zusammentreten, so wird Wärmestoff in der Weise abgegeben, dass das vereinigte Teilchen von grösserem spezifischem Gewicht ist, als sich aus der einfachen Mischung ergeben würde."

[2. p. 220—2]. 21. Juni: Experimente über die Explosion von Gasgemischen aus Sauerstoff und Kohlenoxyd führen zu dem Schluss: „dass sowohl der Sauerstoff als das überschüssige Gas nach dem Verbrennen zurückbleiben können". [1])

Juli: Analyse der Luft und des Sauerstoffs.

[2. p. 224]. 26. Juli: „Es scheint besonders stark aufzufallen, dass mit Bezug auf den Wärmestoff zwei Analogieen gefunden werden sollten, die eine betreffend die absolute

---

[1]) New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 2. S. 175 heisst es dazu: „Lässt man durch ein Gemenge aus gasförmigem Kohlenoxyd und Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft, in Volta's Eudiometer, elektrische Funken hindurchschlagen, so explodiert es und das Kohlenoxyd wird in Kohlensäure verwandelt. Die Umstände, welche die Explosion begleiten, verdienen bemerkt zu werden. Beträgt das gasförmige Kohlenoxyd nicht wenigstens $^1/_5$ des Gemenges, so findet keine Explosion statt, und das Sauerstoffgas muss wenigstens $^1/_{15}$ des ganzen betragen. Ausserdem ereignet es sich häufig, wenn man statt des Sauerstoffgas atmosphärische Luft anwendet, dass eine lebhafte Explosion stattfindet, und dass beide, gasförmiges Kohlenoxyd und Sauerstoffgas, im Rückstande vorgefunden werden. Dieser Umstand verschwindet, wenn soviel Sauerstoffgas zugegen ist, dass dasselbe 30 % beträgt. Noch muss bemerkt werden, dass wenn Verhältnisse, die sich der oben gegebenen äussersten Grenze nähern, angewendet werden, die Resultate zweifelhaft ausfallen; indem zuweilen ein teilweises Verbrennen stattfindet. Mischt man 100 Maass gasförmiges Kohlenoxyd mit 250 Maass atmosphärischer Luft, bei welchem Verhältnisse alles brennbare Gas sich mit allem Sauerstoff verbinden sollte, so ereignet sich beim Durchgang des ersten Funkens eine lebhafte Detonation; es verbrennen jedoch nur $^2/_3$ des Gases; das übrige und eine verhältnismässige Menge Sauerstoff bleiben in dem Rückstande. Wird eine grosse Menge brennbares Gas mit einem Minimum von Sauerstoff explodiert, so verschwindet gewöhnlich alles Sauerstoffgas." K.

Tafel 6

Menge des Wärmestoffs, — die andere die Temperatur betreffend; das Mass der ersten scheint an Kapazität einem Cylinder, — das der anderen wahrscheinlich einem Kegel zu gleichen."

August, September und Oktober: Während dieser Monate war Dalton mit dem Studium der Zusammensetzung der Salze und der Durchsicht der Atomgewichte beschäftigt (Vgl. unten S. 78 u. 86).

[2. p. 241]. 9. September: „N. B. Schwefelhaltiges Wasserstoffgas und Schwefelsäure müssen sich wohl in gleicher Weise aus dem Wasser bilden, wie kohlehaltiges Wasserstoffgas und Kohlensäure (Vgl. oben S. 58), nach folgendem Zersetzungsschema.

○⊕○
―――
⊙⊕⊙

Also muss das schwefelhaltige Wasserstoffgas aus 1 Schwefel und 2 Wasserstoff bestehen."

[2. p. 245]. — „Schwefelhaltiges Wasserstoffgas. — Durch einen sorgfältig wiederholten Versuch scheint es bestätigt zu werden, dass 20 Teile dieses Gases fast genau 30 Teile Sauerstoff verlangen. Also ist dieser Wasserstoff 3 mal so dicht als gewöhnlicher Wasserstoff."

„Wenn also Schwefel = 12

Schwefelhaltiges Wasserstoffgas = 15 = ⊙ ⊙⊕⊙

Wenn Schwefel = 8

dann ist schwefelhaltiges Wasserstoffgas = 10 = ⊙⊕⊙

(Vgl. oben S. 60.)

[2. a. 269]. 27. September: „Gefunden, dass das Gas der schlagenden Wetter in den Kohlenminen reines kohlehaltiges Wasserstoffgas ist."

November und Dezember 1806: Der einzige Eintrag ist der folgende:

[2. p. 258]. 2. November: Es scheint fast beweisbar, dass im Ammonium 2 Teilchen Stickstoff und 2 Teil-

chen Wasserstoff vereinigt sind; auch dass ein Teilchen Salpetersäure 38 wiegt, und dass sie, entgegen der früheren Annahme, aus zwei solchen Partikeln besteht, so müssen diese folgendermassen gezeichnet werden:

Ammonium

Salpetersäure

Salpetrichte Säure Dampf

Oxydierte Salpetersäure, dargestellt durch Mischen von Salpetergas mit einem Überschuss von Sauerstoff.

1807.

Im März und April dieses Jahres hielt DALTON einen Vorlesungskurs in Edinburg und wiederholte denselben.

Während des ersten Teiles des Jahres war er fast ausschliesslich mit Versuchen über die Wärme und über das spezifische Gewicht wie über die Siedepunkte der Säuren beschäftigt. Auch finden sich ein oder zwei Atomgewichtstabellen, die wahrscheinlich für die Vorlesungen in Edinburg ausgearbeitet wurden.

[2. p. 306]. 29. Januar: „Wärmestoff. Die Dichten der äusseren Oberflächen der elastischen Atome hängen gänzlich von dem Druck und keineswegs von der Temperatur ab. Diese letztere beeinflusst allein die Masse des Atoms."

[2. p. 318—322]. Februar: Bestimmung der Verbrennungswärme des Wasserstoffs u. s. w. Die Resultate sind praktisch übereinstimmend mit den im New System 1. p. 77 (Deutsche Ausgabe Bd. 1, S. 88) gegebenen, aber das Volumen des angewandten Gases und die Kapazität des erwärmten Gefässes betrug nur die Hälfte von dem dort erwähnten.

[2. p. 330]. Februar: „Sollte nicht die Kapazität entsprechend dem Volumen wachsen, wenn man von der absoluten Starrheit an oder vom Volumen bei der absoluten Kälte zu zählen beginnt?"

[2. p. 331]. An dieser Stelle finden sich die im New

System 1. p. 137 gegebene Theorie über die Entstehung des Eises.[1])

Am Fuss der Seite steht: „Dies ist eine ausserordentlich zufriedenstellende Erklärung."

Am 6. Februar las DALTON vor der Manchester Literary and Philosophical Society eine Arbeit über: „Die Konstitution und die Eigenschaften der Schwefelsäure", welche in der Zeitschrift der Gesellschaft nicht abgedruckt wurde. Die einseitig leer gebliebenen Blätter des Manuskriptes dieser Arbeit wurden später (1811) von dem Verfasser für Notizen gebraucht, daher ist das Manuskript im 4. Bande der Notizbücher p. 192—156 untergebracht.

Die Arbeit besteht aus einer kritischen Besprechung verschiedener in Geltung stehender Analysen der Säure und des Bariumsalzes, nebst einem Bericht des Verfassers über die eigenen Ansichten, wie dieselben im New System 2, p. 398 vorgetragen sind.[2])

Der Schluss der Arbeit handelt von der Dichte der Säure und einigen Mischungen derselben mit Wasser und der beim Lösen entwickelten Wärme; die letztere wird benutzt, den absoluten Wärmebetrag in der Säure zu berechnen.

Die folgenden Auszüge bieten einiges Interesse:

„Nach alledem, denke ich, können wir aus den über diesen Gegenstand bisher angestellten Versuchen mit Sicherheit schliessen, dass die Menge des Schwefels in reiner Schwefelsäure nicht weniger als 40 und nicht mehr als 45 %, und folglich der Sauerstoff nicht weniger als 55 und nicht mehr als 60 % beträgt."

„Zur Bestätigung des oben Gesagten will ich die Resultate meiner eigenen Untersuchungen hinzufügen; dieselben betreffen nicht allein das Gewicht, sondern auch die Zahl der

---

[1]) Vgl. New System (Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 152 ff.) 9. Abschnitt: Von den Erscheinungen, welche das Gefrieren des Wassers darbietet. K.

[2]) Die verschiedenen Analysen der Schwefelsäure finden sich im New System (Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 204) und die über das Bariumsulfat (S. 345 ebenda); an beiden Orten fügt Dalton den angeführten Zahlen einige Bemerkungen bei. K.

Teilchen Schwefel und Sauerstoff, die ein Atom oder kleinstes Teilchen Schwefelsäure zusammensetzen. Durch ein Vergleichen der verschiedenen Sulfate und anderer neutraler Salze habe ich gefunden, dass ein Teilchen Schwefelsäure 34mal soviel und eines Sauerstoff etwa 7mal soviel wie ein Teilchen Wasserstoff wiegt. Demnach scheint es ziemlich sicher, dass, um 1 Atom Schwefelsäure zu bilden, sich entweder 2 oder 3 Atome Sauerstoff mit 1 Atom Schwefel verbinden müssen; geschieht das mit 2 Atomen Sauerstoff, dann muss eines Schwefel 20, geschieht das mit 3 Atomen Sauerstoff, dann muss eines 13 oder 14 wiegen. Im allgemeinen scheint die letztere Annahme mit den Thatsachen besser übereinzustimmen. Nach meiner Ansicht muss also Schwefelsäure aus 39 oder 40 Schwefel und 60 oder 61 Sauerstoff zusammengesetzt sein. Bemerkenswert ist, dass schwefelhaltiges Wasserstoffgas in gleicher Weise aus 1 Atom Schwefel und 3 Wasserstoff zu bestehen scheint."

[2. p. 334]. 5. März: „Salpetersäure wurde in der Absicht, sie wieder zu kondensieren, gekocht; sie fing bei etwa 240° an zu sieden, und nachdem sie ein paar Minuten gekocht hatte, verdampfte oder zersetzte sich der grösste Teil ganz plötzlich. Der Rückstand wurde ringsherum geschleudert, die Flasche zertrümmert, und mir wurden fast alle meine Kleider, die Hände u. s. w. verbrannt, auch Oberschenkel und Beine durch Hosen und Strümpfe hindurch gezeichnet u. s. w. Diese Säure war dunkel gefärbt, entwickelte aber vor dem Kochen kaum elastische Dämpfe.

[2. p. 342]. — Spezifisches Gewicht der Schwefelsäure. — „Frage: Entspricht das geometrische Mittel aus irgend zwei spezifischen Gewichten nicht dem arithmetischen Mittel der zwei Bestandteile? Wenn dem so wäre, so würde dies eine sehr wichtige Thatsache sein. Untersuche 10 Säure + 5 Wasser, und sieh, ob 1.58 herauskommt. — Ist es denn bei Alkohol und Wasser nicht das gleiche? Ist denn die abgegebene Menge von Wärmestoff nicht proportional der Differenz zwischen dem arithmetischen und geometrischen Mittel der Dichten?"

[2. p. 343]. — „Es scheint klar, dass das geometrische Mittel zweier spezifischer Gewichte richtig sein muss, denn

es ist immer kleiner als das arithmetische Mittel, wie es auch sein muss, und es stimmt mit dem direkten Versuch. Dies bezieht sich auf Schwefelsäure, aber wenn wir es auf Alkohol anwenden wollen, so dürfen wir Alkohol von 0.82 nicht für rein halten; voraussichtlich enthält er beträchtliche Mengen Wasser."

[2. p. 347]. Edinburg, 28. März: „Es ist wahrscheinlich, dass der reinste Alkohol von 0.791 spez. Gewicht mehr als die Hälfte Wasser enthält."

19. April: „Besteht nicht schweflichte Säure aus Schwefelsäure und Schwefel? Etwa so ihr Gewicht = 48."

[2. p. 348]. — „Oxalsäure ist wahrscheinlich = 31.
„Weinsäure scheint nach RICHTER 50 zu sein.

„Citronensäure ist nach RICHTER und VAUQUELIN um 50."

Dies ist das erste Mal, das auf RICHTER Bezug genommen wird. RICHTER's Zahlen für diese Säuren waren: Weinsäure 1694, Citronensäure 1583 (Schwefelsäure = 1000).

Nach seiner Rückkehr von Edinburg beschäftigte sich DALTON während der Monate Mai, Juni und Juli mit dem Studium der Metalloxyde und Salze.

Die Notizen darüber enthalten seine eigenen analytischen Resultate und Beobachtungen zusammen mit zahlreichen Kompilationen und Vergleichungen der Resultate anderer.

[2. p. 421]. Juli: Metalle.

	Spez. Gew.	Kl. T.	Spez. Wärme
Antimon	6.71	37? 50? 40?	
Zink	6.86	56	0.7
Manganesium	6.85	63	
Zinn	7.30	50—60	0.5
Eisen	7.78	50	0.8
Arsenik	8.31	42?	
Kupfer	8.89	56	0.8
Wismuth	9.82	62	0.4
Silber	10.5	100	1.00
Blei	11.3	95	0.5
Quecksilber	13.6	166	0.8"

Nach dem Juli war DALTON wahrscheinlich hauptsächlich mit der Vorbereitung und Drucklegung des ersten Teiles seines

New System beschäftigt, und so sind denn auch die Einträge während des Restes dieses Jahres und des ganzen Jahres 1808 sehr spärlich und bestehen meistenteils aus Tabellen u. s. w., welche sich in dem Werk selbst abgedruckt finden.

Der folgende Eintrag aber ist für den Verfasser vielleicht ebenso charakteristisch als irgend einer der bisher citierten.

[2. p. 495]. Juli 1808: Ein Haufen Papier, etwa so gross wie der erste Teil des „New System of Chemistry“,[1]) wiegt rund 14 Unzen.

---

[1]) So lautet hier der Titel im Notizbuch. und auch auf den Original-Bänden lautet der Rückentitel: Dalton's New System of Chemistry. Part. 1. Price 7 S. K.

Kapitel III.

DALTON's Atomgewichtszahlen.

Als DALTON die Gewichte der kleinsten Teilchen oder der Atome einer Substanz zu bestimmen suchte, bemerkte er alsbald, dass die Kenntnis des Verhältnisses, in welchem sich die Substanz mit einem bestimmten Gewicht einer Normalsubstanz verband, allein nicht genüge, sondern dass es auch nötig ist, die Zahl der Atome eines jeden Bestandteiles festzustellen. Zur Entscheidung dieser höchst wichtigen Frage vermochte er keinen zuverlässigeren Weg zu finden als die Annahme des „Gesetzes der grössten Einfachheit", nach welchem die einfachste Formel auch wahrscheinlich die richtigste ist. Die gewisse Willkür, die in dieser Art zu schliessen lag, gab er zu, aber er fühlte sich nicht im stande, etwas Besseres an dessen Stelle zu setzen, und so blieb DALTON von seiner ersten bis zu seiner letzten Atomgewichtstabelle diesem in dem berühmten Kapitel „On Chemical Synthesis"[1]) niedergelegten Grundsatze treu.

Die von DALTON, für die Atomgewichte der Elemente und ihrer Verbindungen gewählten Zahlen, weichen in den von Zeit zu Zeit veröffentlichten Tabellen erheblich voneinander ab und zeigen in vielen Fällen grosse Unterschiede gegen die jetzt gebräuchlichen, so dass es von Interesse ist, den Beweggründen nachzugehen, die ihn zur Wahl gerade dieser Zahlen führten, und zu sehen, wie weit er beim Aufstellen seiner

---

[1]) New System Bd. 1 p. 214. (Deutsche Ausgabe Bd. 1, S. 236.)

Daten von den Analysen anderer und wie weit von seinen eigenen Arbeiten abhängig war. Ein diesbezüglicher Versuch wurde bereits von dem einen von uns früher gemacht, [1]) doch ermöglichen die neuen Aufschlüsse, die wir den Laboratoriumsaufzeichnungen verdanken, eine sehr viel vollständigere Behandlung des Gegenstandes und zeigen dazu, dass einige der Schlüsse, zu denen man gekommen war, nicht völlig richtig sind.

Beim Besprechen der Atomgewichte wird es passend sein, die betreffenden Substanzen in die 3 Klassen: Nicht-Metalle, Erden nebst Alkalien, und Metalle, einzuteilen.

Zunächst war Dalton's Aufmerksamkeit fast gänzlich den Nicht-Metallen, deren gasförmigen Verbindungen und den aus ihnen entstehenden Säuren zugewandt, und enthalten die Laboratoriumstagebücher neben bisher schon bekanntgemachten noch mehrere vorläufige Atomgewichtstabellen.

Die folgende Tabelle enthält in chronologischer Ordnung alle von Dalton vor der Veröffentlichung des ersten Teiles des New System im Jahre 1808 zusammengestellten Listen zugleich mit den in den ersten beiden Teilen dieses Werkes gegebenen und der von Dalton an Thomson überlassenen Liste, welche dieser in seinem System of Chemistry 1807 abdruckte.

Tabelle A.

	(1) 1803	(2) 1803	(3) 1803	(4) 1805	(5) 1807	(6) 1806	(7) 1806	(8) 1808	(9) 1810	(10)	(11)
Wasserstoff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.14	1.008
Sauerstoff	5.66	5.66	5.5	5.5	6	7	7	7	7	16	16
Stickstoff	4	4	4	4.2	5	5	5	5	5	{11.4 15}	14
Kohlenstoff	4.5	4.4		4.3		5	5	5	5.4	12.3	12
Schwefel	17	14.4		14.4		22	12	13	13	29.7	32
Phosphor		7.2		7.2		9 +	9.3	9	9	{25.7 27}	31

[1]) Roscoe, Denkschriften von Manchester, 3. Ser., Bd. 5. 1895. p. 269.

(1) Notizbuch, 1, p. 248, 6. September 1803.
(2) Notizbuch, 1, p. 258, 19. September 1803.
(3) Notizbuch, 1, p. 260, September 1803.
(4) Manchester Memoirs (2), 1, p. 287. 1805.
(5) THOMSON's Liste 1807, die ihm wahrscheinlich von DALTON 1804 oder auch später gegeben worden ist.
(6) Notizbuch, 2, p. 282, 23. August 1806, und 2, p. 284, 14. August 1806.
(7) Notizbuch, 2, p. 247, 16. September 1806, und 2, p. 256, 22. Oktober 1806.
(8) New System, 1, p. 219, (D. A. Bd. 1, S. 246).
(9) New System, 2, p. 352, (D. A. Bd. 2, S. 390).
(10) Die Zahlen der Kolonnen 9 auf Sauerstoff = 16 unter Annahme der heutigen Formeln umgerechnet. Für Stickstoff und Phosphor sind je 2 Zahlen angegeben, die aus DALTON's Formeln für die Wasserstoffverbindungen resp. die Oxyde dieser Elemente berechnet sind.
(11) Die heutigen Zahlen, O = 16.

1. Sauerstoff.

DALTON nimmt stets das Atomgewicht des Wasserstoffs als Einheit an und leitet das relative Gewicht des Sauerstoffs aus der Zusammensetzung des Wassers ab, unter der Annahme, dass die Molekeln des letzteren aus einem Atom Sauerstoff und einem Atom Wasserstoff bestünden.

Kolonne 1 und 2 der Tabelle A. — Die Zahl 5.66 ist aus LAVOISIER's Analyse des Wassers berechnet, nach welcher dasselbe enthält:

85 Sauerstoff
15 Wasserstoff
100

Kolonne 3 und 4. — Der Grund, aus welchem für 5.66 5.5 gesetzt wurde, findet sich im Notizbuch 1. p. 257.

„Notiz bezüglich des Gewichts des Sauerstoffs:
Wenn wir $84\,^1/_2$ zu $15\,^1/_2$ annehmen, so giebt es 5.5 Sauerstoff auf 1 Wasserstoff; aber ein Raumteil Sauerstoff scheint sich mit 2 Wasserstoff zu verbinden:
Wenn d. spez. Gew. d. Wasserstoffs $^1/_{10}$ d. Sauerstoffs ist, so folgt 5 : 1
" " $^1/_{11}$ " " 5.5 : 1
" " $^1/_{12}$ " " 6 : 1
" " $^1/_{13}$ " " 6.5 : 1
" " $^1/_{14}$ " " 7 : 1"

Kolonne 5. — Die Zahl 6 ist wahrscheinlich von THOMSON aus der Erinnerung als nächste ganze Zahl gegeben worden.

Kolonne 6, 7, 8 und 9. — Nach dem Erscheinen von GAY-LUSSAC's und HUMBOLDT's [1]) Denkschrift im Jahre 1805 nahm DALTON New System 1 p. 274 (Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 64), deren Analyse des Wassers an, nach welcher dasselbe 87.4 Sauerstoff auf 12.6 Wasserstoff, also nahezu im Verhältnis von 7 : 1 (6.93 : 1) enthält.

2. Stickstoff.

Kolonne 1, 2 und 3, Tabelle A. — Die Zahl 4 für Stickstoff stammt aus einer alten Analyse des Ammoniaks von AUSTIN (Phil. Trans. 1788) her (Notizbuch 1. p. 247. September 1803), nach der dieses Gas aus 121 Teilen Stickstoff auf 32 Wasserstoff oder aus etwa 80 % Stickstoff auf 20 % Wasserstoff besteht.

Kolonne 4. — BERTHOLLET (Journal de Physique T. 29 p. 177) erhielt die richtigeren Zahlen 121 Stickstoff auf 29 Wasserstoff, oder 4.2 zu 1.

Kolonne 5 bis 9. — Die Gründe, aus denen 5 als Atomgewicht des Stickstoffs angenommen wurde, werden im New System 1, p. 319 (Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 17) auseinandergesetzt. Nach DAVY's Analyse der Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs schien 5.6 ($O = 7$), nach der Analyse des Ammoniaks 4.7 die richtige Zahl. Dieser grosse Unterschied ist nicht etwa auf Versuchsfehler zurückzuführen, sondern einfach darauf, dass DALTON die Oxyde des Stickstoffs so wie wir schrieben, dagegen das Ammoniak als NH betrachtete. Die richtigen Zahlen wären also die aus den Sauerstoffverbindungen $N = 6.1$ ($O = 7$) und aus dem Ammoniak $N = 4.7$ ($H = 1$) gewesen. DALTON selbst nahm an, dass die, aus der Analyse

[1]) Die Analyse von Gay Lussac und Humboldt findet sich in den „Expériences sur le moyen eudiométrique et sur la proportion des principes constituant l'atmosphère". Deutsch in Gilbert's Annalen, Bd. 20, 1805, S. 38—82, 129—146, und Scherer, Allgemeines Journal der Chemie, Bd. 5, 1805, S. 456. Den oben angeführten Zahlen 87.4 Sauerstoff und 12.6 Wasserstoff stehen als beste heutige gegenüber 88.864 Sauerstoff und 11.136 Wasserstoff oder 7.98 : 1. K.

der Sauerstoffverbindungen abgeleitete Zahl, 5.1 die richtigere sei.

3. Kohlenstoff.

DALTON scheint durchaus an LAVOISIER's Analyse des Kohlensäuregases festgehalten zu haben, nach welcher dieses Gas 72 % Sauerstoff und 28 % Kohlenstoff enthält. Wenn dem so ist, das Atomgewicht des Sauerstoffs zu 5.66, und die Formel der Kohlensäure als CO_2 angenommen wird, dann muss das Atomgewicht des Kohlenstoffs $\frac{28 \times 5.66}{36} = 4.4$ sein. Die in der ersten Liste aufgeführte Zahl 4.5 ist also wohl nur ein Rechenfehler. Wenn das Atomgewicht des Sauerstoffs zu 5.5 gesetzt wird, so wird das des Kohlenstoffs $\frac{4.4 \times 5.5}{5.60} = 4.3$, und wenn endlich O = 7 gesetzt wird, so wird Kohlenstoff = 5.4. In den Kolonnen 6—8, Tabelle A, in welchen immer 5 für den Kohlenstoff angegeben ist, muss diese Zahl einfach als Näherungswert betrachtet werden, welchen DALTON mit Rücksicht auf die grosse Unsicherheit, welche den Zahlen der anderen Elemente anhaftete, als ausreichend erachtete. Keinesfalls scheint eine glaubwürdige Analyse der Kohlensäure vorgelegen zu haben, welche für die Änderung in Betracht kam, dies bestätigt auch das New System 1, p. 237 in dem wir folgendes lesen:

„Aus den verschiedenen Verbindungen, welche die Kohle mit anderen Elementen eingehet, und der in der Folge Erwähnung geschehen soll, ist das Gewicht ihres kleinsten Theilchens gleich 5 oder vielleicht 5.4 gefunden worden, das des Wasserstoffs als Einheit angenommen." (Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 22.)

4. Schwefel.

Die grossen Abweichungen der zu verschiedenen Zeiten für Schwefel gewählten Zahlen müssen der Unsicherheit, welche über die Zusammensetzung der Schwefelsäure herrschte, zur Last gelegt werden. Die Ergebnisse der verschiedenen Beobachter differierten so sehr, dass die Wahl der Zahlen sehr

schwierig war, und so finden wir dementsprechend auch, dass mehrere der gewählten Zahlen aus einem Zusammenthun verschiedener voneinander abweichender Analysen abgeleitet waren.

Die älteste Zahl 17 (Kolonne 1 Tabelle A.) stammt aus CHENEVIX' Analyse der Schwefelsäure, (Nicholson's Journal Vol. 5, 1803 p. 126), sie wurde unter der Annahme, dass die Säure aus 1 Atom Schwefel und 2 Sauerstoff bestünde, berechnet; so finden wir folgende Stelle [Notizbuch 1 p. 247]:

	Schwefel		Sauerstoff	
„CHENEVIX	$61^1/_2$	+	$38^1/_2$	= Schwefelsäure
dann müsste	$61^1/_2$	+	$19^1/_4$	= schwefelichte Säure sein."

„Das macht kl. Tl. Schwefel zu Sauerstoff etwa wie 3.2 : 1."

Die nächstdem benutzte Zahl (Kolonnen 2 und 4) 14.4 entspricht THÉNARD's Analyse der Schwefelsäure, nach der sie

56 Schwefel
44 Sauerstoff
100

enthält.

Die in Kolonne 6 (August 1806) gegebene Zahl 22 entspricht der Zusammensetzung 61.1 Schwefel und 38.9 Sauerstoff und weist also eine Annäherung an CHENEVIX' Zahlen auf. Die weitere Entwicklung von DALTON's Ansichten über diesen Gegenstand mag durch die folgenden Stellen gekennzeichnet werden.

[2. p. 243]: „N.B. Das Mittel aus allen Versuchen über Schwefelsäure ist 59 Schwefel, 41 Sauerstoff. CHENEVIX fand $61^1/_2$, $38^1/_2$. Wahrscheinlich haben wir recht, wenn wir 60 zu 40 sagen, was dann für Schwefel 21 geben würde."

Diese Zahl hat aber in keiner der Listen einen Platz gefunden.

[2. p. 246]. 16. September 1806:

„KIRWAN und KLAPROTH scheinen in Bezug auf Schwefelsäure übereinzustimmen, wenn wir für Schwefel 12, für Sauerstoff 7 setzen, und reine Schwefelsäure = O⊕O, Schwefelsäure von 1.85 dagegen = O⊕O / ⊙O schreiben.

„CHENEVIX würde mit dieser Zusammensetzung der Schwefelsäure übereinstimmen, wenn wir statt seiner KIRWAN's Angaben über die schwefelsaure Kalkerde gelten liessen und auch dann, wenn wir der schwefelsauren Baryterde 33 % Säure zuteilen würden.“

KIRWAN und KLAPROTH wichen in ihren Angaben über den Wassergehalt, welcher die reine Säure zur konzentriertesten flüssigen Schwefelsäure machen sollte, ab; der erstere sprach sie als aus 21 Wasser und 79 Säure, der letztere als aus 25 Wasser und 75 Säure bestehend an. Nach DALTON's Meinung enthalten 34 Teile konzentrierte Säure 8 Wasser oder 23.5 %, demgemäss finden wir in Kolonne 7 Tabelle A. (September 1806) den Schwefel mit 12 angesetzt, dann ist die reine Schwefelsäure $= 12 + 2 \times 7 = 26$, und die flüssige Schwefelsäure $12 + 2 \times 7 + 8 = 34$.

Beim Vergleich der Zusammensetzung der verschiedenen Salze der Alkalien und alkalischen Erden (Notizbuch, 2. p. 248 ff. Vgl. unten Tabelle D. S. 87) fand DALTON, dass gleiche Mengen der verschiedenen Basen (1 Atom) durch 38 Teile Salpetersäure (2 Atome), 23 Teile Salzsäure (1 Atom), 19 Teile Kohlensäure (1 Atom) und 34 Teile Schwefelsäure gesättigt wurden. Demnach scheint es, dass er ziemlich ungereimterweise annahm, dass die 8 Teile Wasser, die in 34 Teilen flüssiger Schwefelsäure enthalten sind, in die Zusammensetzung der Salze der Säure mit eingingen. Dieser Widerspruch wurde endlich in den im New System veröffentlichten Tabellen, Kolonne 8 und 9, gehoben, in welchen DALTON das Atomgewicht des Schwefels gleich 13 setzt, die Zusammensetzung der reinen Schwefelsäure aus 3 Atomen Sauerstoff und 1 Atom Schwefel und das Gewicht des zusammengesetzten Atomes $34 = 3 \times 7 + 13$ annimmt. Demnach wäre die Zusammensetzung 38.3 Schwefel und 61.7 Sauerstoff, während für die flüssige Säure, die 17.7 % Wasser enthält, $34 + 8 = 42$ gelten würde (Vgl. oben S. 73). Die wirklichen Zahlen für Schwefeltrioxyd sind 40 Schwefel auf 60 Sauerstoff, während flüssige Schwefelsäure 18.4 % Wasser enthält, eine Übereinstimmung mit seinen Zahlen, die DALTON jedenfalls „sehr zufriedenstellend“ gefunden haben würde.

5. Phosphor.

Die für Phosphor gegebenen Zahlen entsprechen fast genau der von LAVOISIER festgestellten Zusammensetzung der Phosphorsäure. Dieser fand, dass dieselbe auf 39.4 Phosphor 60.6 Sauerstoff enthält, was für Phosphor 7.36 giebt, wenn O = 5.66, und 7.15, wenn O = 5.5 gesetzt wird. Nach dem Vorgang der Schwefelsäure glaubte man, dass Phosphorsäure aus 2 Atomen Sauerstoff und 1 Atom Phosphor zusammengesetzt sei. Gleichwohl ist es möglich, dass die Zahl 7.2 (Kolonnen 2 und 4 der Tabelle A.) aus einer älteren Bestimmung der Dichte des Phosphorwasserstoffs abgeleitet wurde, weil die Zusammensetzung der Phosphorsäure nicht in den ersten Tabellen enthalten ist. Die Zahl 9.3 (Kolonne 6 und 7) entspricht, wenn das Atomgewicht des Sauerstoffs = 7 gesetzt wird, der angenäherten Zusammensetzung, 40 % Phosphor auf 60 % Sauerstoff, welche sich im New System 2, p. 413 (Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 220) findet. Die endliche Zahl 9 (Kolonne 8 und 9) wurde aus der „Thatsache“, dass Phosphorwasserstoff ein seinem eigenen entsprechendes Volumen Wasserstoff enthält und 10 mal schwerer als Wasserstoff ist, abgeleitet. Die Molekeln des Gases wurden als aus je einem Atom ihrer Bestandteile zusammengesetzt angesehen.

6. Die Alkalien und alkalischen Erden.

Die Atomgewichte dieser Stoffe erscheinen in den Tabellen nicht vor dem August 1806, also ungefähr 3 Jahre nachdem die erste Tabelle aufgestellt worden war. Die folgende Tabelle enthält die unterschiedlichen Zahlen, die, wie man sieht, nicht sehr weit von einander abweichen:

Tabelle B.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Kalium	18?	22 +	42	42
Natrum	28	26, 28	28	28
Kalkerde	22	22 — 10?	23	24
Talkerde	20?	20 ±	20	17
Strontianerde	38	44?	46	46
Baryterde	76?	48	68	68
Alaunerde	(11) 36?	30, 40, 60?	—	15

(1) Notizbuch, 2, p. 284, 14. August 1806.
(2) Notizbuch, 2, p. 282, 23. August 1806.
(3) Notizbuch, 2, p. 247, 16. September 1806 und 2. p. 256, 22. Oktober 1806 und New System 1 S. 219, (D. A. Bd. 1 S. 246.)
(4) New System 2. p. 547, (D. A. Bd. 2 S. 390.)

Wenn Dalton sich auch vor dem Jahre 1806 nicht ernstlich bemühte, die Atomtheorie systematisch auf die Erklärung der Zusammensetzung der Salze anzuwenden, so machte er doch schon früher gelegentliche Versuche in dieser Richtung, und gerade diese sind von einigem Interesse, weil sie zeigen, dass seine Ideen jedenfalls von Richter's Resultaten, die ihm, wie es scheint, bis 1803 oder 1804 unbekannt blieben, unbeeinflusst waren.

Der erste Hinweis auf die Atomgewichte der Alkalien findet sich im Notizbuch 1. p. 287, 288 am Ende eines jener Teilnotizbücher, dessen Rest mit Versuchen über die Gase u. s. w. angefüllt und vom August 1804 datiert ist. Immerhin ist es wohl möglich, dass der fragliche Eintrag, der weiter unten wiedergegeben wird, aus anderer Zeit stammt, da die dort behandelte Materie mit der auf den vorhergehenden Blättern durchaus nichts zu thun hat.

[1. p. 287]. —

Baryterde —	**kohlensaure** —	**53**	
	schwefelsaure	**54**	**(Fourcroy)**
	salpetersaure	**33**	
	salzsaure	**33**	
Salzsäure —	**salzsaures Ammonium** —	**8.5**	
	salzsaures Natrum	**do.**	
	salzsaure Kalkerde	**mehr**	
Strontianerde —	**schwefelsaure** —	**37.**	

[1. p. 288.] —

Kalkerde aus	**kohlensaurer Kalkerde**	**= 16**
aus	**schwefelsaurer Kalkerde**	**= 21**
aus	**oxalsaurer Kalkerde**	**= 21**
aus	**phosphorsaurer Kalkerde**	**= 15**
Talkerde —	**oxalsaure**	**15**
	schwefelsaure	**16**
	kohlensaure	**20 ?**
Kalium —	**schwefelsaures Kali**	**30 +**
	salpetersaures Kali	**20**
	kohlensaures Kali	**14 nahezu richtig ?**

salzsaures Kali 17
Schwefelsaure Alaunerde 18.

Die Zahlen sind offenbar aus den analytischen Befunden in der Weise erhalten worden, dass die nächsten ganzen Zahlen berechnet wurden, welche angaben, wie viel von der Base sich mit derjenigen Menge der Säure verbinden würde, die durch das Atomgewicht der letzteren ausgedrückt wird.

In den meisten Fällen ist es möglich gewesen, die Zahlen auf ihre Quellen zurückzuführen und diejenigen Analysen ausfindig zu machen, auf welche die Berechnungen sich stützen. Dies mag die folgende Tabelle zeigen:

Tabelle C.

Substanz	Atomist. Zusammensetzung		Prozent. Zusammensetzung				Autor der Analyse
			Theorie berechnet aus der atomistischen Zusammensetzg.		Gefunden		
	Base	Säure	Base	Säure	Base	Säure	
Bariumcarbonat	53	15	77.9	22.1	78	22	KIRWAN
Calciumcarbonat	16	15	51.6	48.4	51.5	48.5	THOMSON
Magnesiumcarbonat	20	15	57.1	42.9	57	43	KIRWAN
Kaliumcarbonat	14	15	48.3	51.7	48.8	51.2	KIRWAN
Bariumsulfat	54	28	65.9	34.1	66	34	FOURCROY
Calciumsulfat	21	28	42.9	57.1	43	57	CHENEVIX
Magnesiumsulfat	16	28	36.4	63.6	36.7	63.3	KIRWAN
Calciumoxalat	21	22	48.8	51.2	48.9	51.1	BERGMANN
Calciumphosphat	15	18	45.5	54.5	46	54	FOURCROY
Bariumchlorid	33	10	76.7	23.3	76.2	23.8	KIRWAN
Kaliumchlorid [1]	17	10	63	37	64	36	KIRWAN

[1] Es sind hier wie im englischen Text die modernen Bezeichnungen gewählt. h.

Man wird bemerken, dass diese Resultate mit RICHTER's „Prüfstein der Analyse" unvereinbar sind, denn die Verhältnisse, in denen Calcium und Barium in Verbindung treten, wechseln mit jedem Salz, aus dem sie berechnet wurden, und stehen auch zu einander nicht immer in dem gleichen Verhältnis, wie das doch, wenn die Analysen genau wären, der Fall sein müsste.

DALTON's nächste Versuche, Atomgewichtszahlen für die Erden zu erhalten, wurden 1806 gemacht. Im August dieses Jahres wurden die in den Kolonnen 1 und 2 (Tabelle B.) verzeichneten Zahlen gefunden, und diesen folgten nach einer sorgfältigen Vergleichung der Zusammensetzung einer grossen Zahl von Salzen im September die Zahlen, deren Resultate in Kolonne 3 niedergelegt sind. Dieselben wurden im ersten Teil des New System veröffentlicht.

Zunächst wurde aus den Analysen KIRWAN's, CHENEVIX' und anderer eine Tabelle über die Mengen der Basen, die sich mit einem Teil Säure zu den Salzen der 7 hauptsächlichsten Basen mit den 5 hauptsächlichsten Säuren verbinden, aufgestellt. Dann wurden unter der Voraussetzung, dass das Atomgewicht der Säuren bekannt sei, das Atomgewicht der Basen berechnet, eine Auswahl der übereinstimmendsten Zahlen getroffen und endlich eine Tabelle der Zusammensetzungen aufgestellt, in welcher mehr als 40 Salze aufgeführt werden. Aus diesen ist die folgende Tabelle D. ein Auszug:

Tabelle D.

[2. p. 248]. September 1806.

				Theorie. Prozent.			
		Säure	Basis	Säure	Basis	KIRWAN	
Schwefelsaures Natrum	1 : 1	34	28	55	45	56	44
Schwefelsaures Kali	1 : 1	34	42	45	55+	45	55
Schwefelsaure Kalkerde	1 : 1	34	23	60	40+	59	41
Salpetersaures Natrum	2 : 1	38	28	$57\frac{1}{2}$	$42\frac{1}{2}$	$57\frac{1}{2}$	$42\frac{1}{2}$

		Säure	Basis	Theorie. Prozent. Säure	Basis	KIRWAN	
Salpetersaure Kalkerde	2 : 1	38	23	62.3	37.7	64½	35½
Salzsaures Natrum	1 : 1	23	28	45	55	42	58
Kohlensaures Natrum	1 : 1	19	28	41	59	40	60
u. s. f. u. s. f.							

Die hier zur Verwendung gekommenen Atomgewichte der Säuren sind die aus Kolonne 7, Tabelle A.

Die Übereinstimmung mit den analytischen Resultaten ist, wie man bemerkt, keineswegs eine vollkommene. KIRWAN's Resultate stimmten thatsächlich untereinander nicht überein, worauf auch von RICHTER und später von WOLLASTON hingewiesen wurde, und man kann wohl annehmen, dass der durch das Prüfen und Ordnen dieser falschen Resultate hervorgerufene Wirrwarr den Grund zu DALTON's berühmter Unabhängigkeitserklärung abgegeben hat.

„Da ich so häufig bei meinem weiteren Fortschreiten dadurch, dass ich die Resultate anderer als völlig richtig zum Grunde legte, zu Irrtümern verleitet wurde, so entschloss ich mich, wenig mehr, als was ich durch eigene Versuche bewähren konnte, niederzuschreiben.“ [1])

Die Versuche, die DALTON entsprechend diesem Vorhaben unternahm, finden sich mit allen Einzelheiten im New System aufgeführt, brauchen also hier nicht weiter erörtert zu werden.

7. Die Metalle.

Bei seiner Behandlung der Zusammensetzung der Metallsalze und Oxyde wie auch der Atomgewichte der Metalle geht DALTON denselben Weg wie bei den Alkalien und ihren Salzen. Zunächst verwendet er das vorhandene analytische Material und sichtet diejenigen Atomgewichte, welche am wenigsten von den nicht immer übereinstimmenden Analysen der Metalloxyde

---

[1]) Aus der Vorrede Daltons zum Bd. 2 des New System (Deutsche Ausgabe S. III.) K.

Tabelle E.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	O = 5.5	O = 7	O = 7	O = 7	O = 7	O = 7	O = 7	O = 7	O = 7	O = 7
Gold	105		140	140—150				140	140?	60+
Platina				90—100				100	100?	78
Silber	105	63	63	100±	115	100±	100	100	100	90
Quecksilber	105	124	133} 112}			166	166	167	167	167 od. 84?
Kupfer	44	56	56			56	56	56	56	56 od. 28?
Eisen	16	15.3	38} 19} ?		29 od. 58	40	50	38	50	25
Zinn	22	28	36	70			50—60		50	52
Blei	105	52	63	95	106 od. 90	95	95	95	95	90
Zink	22	56	50+	56	52	56	56	56	56	29
Wismuth	22	63	60	117±			62		68?	62
Antimonium		46.3		32—44			37? 50? 40		40	40
Arsenik		21	25} 50} ?	40—48			42?		42?	21
Manganesium	16	28	56	58?			63		40	25

abweichen. Erscheinen dann neue Resultate in der chemischen Tageslitteratur, so werden diese den Listen einverleibt, und endlich wird die ganze Angelegenheit experimentell in der Weise, wie sie eingehend in den verschiedenen Abschnitten des New System, Bd. 2, beschrieben ist, behandelt. Diejenigen Zahlen, die für die wichtigsten Metalle zu verschiedenen Zeiten angenommen wurden, sind in der vorhergehenden Tabelle enthalten:

Anmerkungen zur Tabelle E auf der vorhergehenden Seite.

(1) Notizbuch, 1, p. 381—382, März 1804.
(2) Aus einer im Sommer 1804 (Vgl. unten S. 91) aufgestellten Tabelle im Notizbuch 1. p. 318.
(3) Notizbuch, 2. p. 284, 14. August 1806.
(4) Notizbuch, 2. p. 255, September 1806.
(5) Notizbuch, 2. p. 247, 16. September 1806.
(6) Notizbuch, 2. p. 256, 22. Oktober 1806.
(7) Notizbuch, 2. p. 421, Juli 1807.
(8) New System 1, p. 219. (D. A. Bd. 1. S. 246.)
(9) New System 2, p. 546. (D. A. Bd. 2. S. 390.)
(10) New System 2, p. 352.

Die Theorie, welche DALTON bei seiner Wahl der Atomgewichte der Metalle leitete, war die, dass die Oxyde wahrscheinlicherweise aus 1 Atom Metall und 1 Atom Sauerstoff zusammengesetzt seien, während er annahm, dass, wenn 2 Sauerstoffverbindungen vorhanden waren, das zweite und höhere der beiden auf 1 Atom Metall 2 Atome Sauerstoff enthalte. Die allererste Zahlenreihe (1) ist vom März 1804 datiert. Die Zahlen sind auf O = 5.5 bezogen und in der Regel aus sehr ungenauen Analysen abgeleitet.

Die der zweiten Kolonne (Tabelle E.) sind aus einer im Notizbuch 1. p. 318 gefundenen Tabelle berechnet. Dieselbe enthält die Zusammensetzung von 23 Metalloxyden, wie sie aus den Versuchen verschiedener Chemiker abgeleitet wurden, und die, wie es der nachstehende Auszug zeigt, in folgender Weise zusammengestellt war.

[1. p. 318]. — **Theorie der Metalloxyde:**
Das 1. Oxyd = 1 Metall und 1 Sauerstoff.
Das 2. Oxyd = 1 Metall und 2 Sauerstoff.

	Versuch 1	Versuch 2	Theorie 1	Theorie 2
5. Kupfer	$88^1/_2$ zu $11^1/_2$	80 zu 20	88.9 zu 11.1	80 zu 20
6. Eisen	73 zu 27	52 zu 48	68.5 zu 31.5	52 zu 48
13. Manganesium	80 zu 20 und 60 zu 40	74 zu 26	80 zu 20 und 57 zu 43.	66.7 zu 33.3

Man erkennt leicht, dass Dalton die oben mitgeteilte Theorie in der Weise prüfte, dass er annahm, die Zusammensetzung des einen Oxydes jedes Metalls sei richtig bestimmt worden und daraus dann die des anderen nach seiner Theorie berechnete.

Alle in der Tabelle aufgeführten Analysen stammen aus Thomson's System of Chemistry, 2. Auflage, 1804.

Die Zahlen in den Kolonnen 3 und 6, Tabelle E, sind kurzen im Notizbuch angemerkten Berichten über die fraglichen Metalle entnommen, denjenigen älteren Datums fehlen meist die analytischen Belege, während den späteren ausgearbeitete Listen der bis dahin veröffentlichten Analysen beigefügt sind, unter denen solche von Wenzel, Bergman, Klaproth, Morveau, Berthollet, Pelletier, Kirwan, Lavoisier, Proust und anderen citiert werden. Erst nach 1807 begann Dalton mit selbständigen analytischen Untersuchungen der Metallsalze; doch brachte er es in dem so spät erst begonnenen schwierigen Zweige praktischer Thätigkeit niemals zu grosser Vollkommenheit. Die Umwälzung in der analytischen Chemie, die durch die Arbeiten von Klaproth, Berzelius, Rose und Proust inauguriert wurde, hob alsbald den Grad der zu erzielenden Genauigkeit weit über das von Dalton erreichte Mass, und seine darauf bezüglichen Arbeiten müssen deshalb auch eher denjenigen der alten als denen der modernen Schule zugezählt werden.

IV. Kapitel.

DALTON's Vorlesungsnotizen.

Aufzeichnungen für die in London im Dezember 1809 und Januar 1810 vor der Royal Institution gehaltenen Vorlesungen.

---

15. Vorlesung. Über den Wärmestoff.

23. Januar 1810. Die ganz allgemeine Wichtigkeit der den Wärmestoff betreffenden Thatsachen und Versuche muss von allen denjenigen, die sich mit den mechanischen Künsten und den physikalischen Wissenschaften beschäftigen, zugegeben werden. Indessen werden Thatsachen und Versuche, auf welchen Gegenstand sie sich auch beziehen mögen, nicht eher gehörig gewürdigt, als bis sie in der Hand eines geschickten Beobachters zur Grundlage einer Theorie werden, mittels welcher wir in der Lage sind, die Resultate gewisser anderer bisher noch nicht ausgeführter Operationen vorherzusagen und ihre Folgen voraus-auszusehen. So hätte vielleicht ein sich mühselig abarbeitender Experimentator von heut zu Tage in Verfolg des Gravitationsgesetzes sich halbwegs bis zum Mittelpunkte der Erde eingraben können, um die Änderung der Schwerkraft dort zu ermitteln, hätten nicht schon die erhabenen Spekulationen NEWTON's die Resultate vorweggenommen und ihm das Unternehmen einer frucht- und endlosen Arbeit erspart.

In Bezug auf unseren Gegenstand hat man beobachtet, dass wenn ein gewisses Quantum irgend einer elastischen Flüssig-

keit durch mechanische Kräfte zusammengedrückt wird, die Temperatur derselben zunimmt, oder dass dieselbe einen Teil ihres Wärmestoffes abgiebt, und dass sie dieselbe Menge Wärmestoff, wenn sie wieder vom Druck befreit wird, aufnimmt, um das gleiche Volumen wie vorher einzunehmen. Dies ist eine merkwürdige Thatsache. Weiter ist beobachtet worden, dass ein Stück Eisen bis zur Rotglut gehämmert werden kann, und dadurch in seinem Volumen zusammengedrückt wird, und dass es nicht, wie die Luft, seinen früheren Wärmestoff und sein ehemaliges Volumen von selbst wieder annimmt, sondern erst zur Rotglut erhitzt und langsam abgekühlt werden muss, bevor es seine ursprüngliche Temperatur und sein ursprüngliches Volumen wieder einnimmt. Dies ist eine andere Thatsache. Aber von wie viel grösserer Wichtigkeit würde es sein, aus solchen und ähnlichen Thatsachen abzuleiten, dass ein allgemeines Naturgesetz vorschreibt, dass, wenn immer ein Stoff, sei es durch mechanische oder chemische Mittel, zusammengedrückt wird, er einen Teil seines Wärmestoffes abgiebt, und wenn immer ein Stoff ausgedehnt wird, er einen Teil Wärmestoff von anderen Körpern aufnimmt.

Nun ist bisher vielleicht noch nicht völlig klar festgestellt, ob dies in Wahrheit ein Naturgesetz ist; aber soviel ist sicher, dass, wenn jemand seine Studien unter der Voraussetzung der Gültigkeit eines solchen Gesetzes anstellt, er seinen Untersuchungen mit mehr Wahrscheinlichkeit eine gedeihliche Richtung geben wird, als der, der eine Reihe von Versuchen anstellt, ohne ein bestimmtes Ziel vor Augen zu haben.

Ich habe diese Bemerkungen gemacht, um zu zeigen, dass, wie sehr wir uns auch hüten müssen, uns von einer Theorie oder Hypothese, welcher die Versuche widersprechen, irreführen zu lassen, es doch in hohem Masse fördernd wirkt, wenn wir uns von den Gegenständen, die wir studieren wollen, gewisse Vorstellungen machen, um unsere Fragestellung nach einem bestimmten Plane zu gestalten.

Mit Recht wird die Lehre von der Wärme als ein grundlegender Teil der chemischen Wissenschaft betrachtet. Wärme ist die Grundursache der mechanischen Kraft in der so überaus nützlichen Dampfmaschine. Der Grund der tierischen Wärme

ist eine der wichtigsten Fragen der Physiologie, und ebenso nötig ist die Kenntnis der Wärmewirkungen in den mechanischen Künsten. Die Turm- und Taschenuhrmacher sind in ihrem Geschäft nicht auf der Höhe, wenn sie die Gesetze der Ausdehnung durch die Wärme nicht kennen. Wir haben Fälle, wo sehr grosse Eisengussstücke von selbst zersprangen, bevor sie nur erkaltet waren, wegen der unvorsichtigen und unüberlegten Art, in welcher sie gekühlt wurden, und jeder kennt das heikle Beachten der Temperatur, das bei der Herstellung und der Bearbeitung des Glases nötig ist.

Es würde zwecklos sein, wollten wir alle Künste, Wissenschaften und Gewerbe aufzählen, bei denen eine Kenntnis der Natur und der Gesetze der Wärme vorteilhaft und sogar förderlich ist; ja, wenn die Ersparnis an Feuerungsmaterial allein den einzigen Gegenstand dieser Betrachtungen bildete, so würde er schon unsere volle Aufmerksamkeit verdienen.

Die erste Frage, die sich unserer Besprechung naturgemäss aufdrängt, ist:

Was ist Wärme?

Würden wir so vorgehen, wie es eigentlich Pflicht des experimentierenden Forschers ist, d. h. würden wir analytisch vorgehen, so würde diese Frage schicklicherweise zuletzt gestellt werden müssen, aber da wir, was wir an Kenntnissen bereits erworben haben, lehren wollen, d. h. synthetisch vorgehen wollen, so mag diese Frage an den Anfang gestellt werden.

1. Annahme: Wärme ist ein feines und besonderes elastisches Fluidum sui generis; seine hauptsächlichsten Eigenschaften sind, auf seine eigenen Teilchen abstossend und auf diejenigen anderer Stoffe anziehend zu wirken. Seine Menge ist unveränderlich.

2. Annahme: Wärme ist eine Eigenschaft der Stoffe — sie besteht in einer gewissen Art schwingender Bewegung der Teilchen und — ist, wie eine mechanische Kraft, von einem Stoff auf den anderen übertragbar; sie ist an Menge unveränderlich wie die Kraft der elastischen Stoffe.

3. Annahme: Wärme ist eine Eigenschaft der Stoffe —

und besteht in einer Art schwingender Bewegung der Teilchen. — Sie kann geschaffen und zerstört werden und ist infolgedessen einer Änderung ihrer Menge in verschiedenen Stoffen fähig, ohne wechselseitige Übermittelung.

Betrachtungen über diese Theorieen:

Hinweis auf die Zeichnung.

Hinweis auf eine brennende Kerze.

Hinweis auf die gewöhnliche Verbrennung.

Hinweis auf die Wärme des menschlichen Körpers.

Hinweis auf gefrierendes Wasser.

Dies leitet über zur Wärmekapazität: Hinweis auf zwei gleiche elektrische Flaschen, die eine dick, die andere dünn.

Und zur sogenannten Kapazität des menschlichen Intellekts — dicke und dünne Hirnschale.

Wärme-Menge und Intensität betrachten. Hinweis auf Wasser und Quecksilber. Vgl. Darstellung der Kapazität.

Welche Theorie der Wärme wir auch annehmen, wir müssen stets Menge und Intensität der Wärme in Anschlag bringen.

Messung der Intensität oder Temperatur durch das Thermometer:

Untersuchungen von De Luc, Crawford u. s. w., über das Thermometer.

De Luc fand im Mittel 119° }
Crawford[2]) fand im Mittel 121° } anstatt 122°.[1])

Grundsätzlicher Irrtum, dass gleiche Gewichte (oder gleiche Massen) Wasser, die bei verschiedenen Temperatur gemischt werden, das Mittel geben müssen. Ursache angeben. Fehler, 8° über dem Mittel.

Diese Überlegungen führten mich dazu, einige andere Methoden zu prüfen:

---

[1]) Die Zahlen 119 und 121 geben das Mittel an, welches De Luc und Crawford fanden, als sie gleiche Mengen Wasser von 32° d. i. dem Gefrierpunkt und 212° d. i. dem Siedepunkt des Wassers nach Fahrenheit mischten. Vgl. unten S. 99. K.

[2]) Crawford, Adair, Arzt und Prof. d. Chemie, geb. 1749 Irland, gest. 1795 Limington. K.

1. Entdeckung dass Wasser und Quecksilber sich nach dem gleichen Gesetze ausdehnen — nämlich, die Ausdehnung ist gleich dem Quadrat der Temperatur vom Punkte der grössten Dichte oder vom Gefrierpunkte an. Vgl. Zeichnungen.

2. dass die Kraft des Dampfes in geometrischer Progression wächst, bei gleichem Wachstum der Temperatur oder der Intensität der Wärme. Beispiele: Wasser- und Ätherdampf.

3. dass die Ausdehnung der Luft bei gleichmässiger Zunahme der Temperatur in geometrischer Progression wächst.

Bemerkungen über frühere Versuche über die Expansion der Gase, General Roi, De Morveau u. s. w. Vgl. Zeichnung.

4. Abkühlung der Körper bei gleichmässiger Zunahme der Temperatur in geometrischer Progression.[1])

Dieses Gesetz von Newton vermutet, konnte jedoch mit dem gewöhnlichen Thermometer nicht bewiesen werden.

Versuch: Wenn man ein Thermometer 400° über die Temperatur der Luft erhitzt und dann abkühlen lässt, so wird gefunden:

---

[1]) Die hier oben gegebenen Gesetze finden sich in gleicher Weise angeordnet bereits im New System 1, p. 18, also 1808. In der deutschen Ausgabe von 1812 Bd. S. 16 haben sie folgenden Wortlaut:

„1. Alle reine homogene Flüssigkeiten, wie z. B. Wasser und Quecksilber, dehnen sich von dem Punkte des Gefrierens, oder ihrer grössten Dichte, um eine Grösse aus, welche sich wie das Quadrat der Temperaturen, von diesem Punkte an gerechnet, verhält.

2. Die Gewalt des Dunstes aus reinen Flüssigkeiten, wie z. B. Wasser, Äther u. s. w., bildet eine geometrische Progression, wenn die Inkremente der Temperatur in arythmetischer Progression stehen.

3. Die Ausdehnung permanent elastischer Flüssigkeiten ist für gleiche Inkremente der Temperatur in geometrischer Progression.

4. Das Erkalten der Körper ist in gleichen Zeit-Inkrementen in geometrischer Progression."

In diesem vierten Gesetz spricht Dalton im New System von „gleichen Zeit-Inkrementen (equal increments of time), während er hier oben in der Disposition zu seinen Vorlesungen von gleichen Temperatur-Inkrementen spricht (equal increments of temperature). Nichtsdestoweniger kommt er in dem folgenden Experiment doch wieder auf gleiche Zeitabschnitte zurück. K.

400°
200° nach 2 Minuten,
100° „ weiteren 2 Minuten
50° „ „ 2 „
25° „ „ 2 „
$12\frac{1}{2}$° „ „ 2 „ u. s. w.

Hier ist die Wärmemenge, die in einer bestimmten Zeit abgegeben wird, gleich der Intensität oder dem Überschuss an Temperatur, wie es sein muss.[1]) Deshalb muss ein so geteiltes Thermometer als ein genauer Massstab der Wärmeintensität, oder wie man allgemeiner sagt, der Temperatur angesehen werden.[2])

Wenn man ein grosses Fundamentalgesetz der Wärme aufstellt, dann ist die Übereinstimmung in diesen 4 wichtigen Erscheinungen so, dass sie jedweden überzeugen muss, der sich die Mühe geben will, gehörig darüber nachzudenken, — der einzige Zweifel, der aufkommen kann, ist der an der Genauigkeit der Thatsachen. Dieses mag nun als auf meiner Autorität beruhend angenommen werden, obgleich das in Wirklichkeit nicht der Fall zu sein braucht. Mit Bezug auf den Dampf kann ich mich auf Bétancourt[3]) berufen, in Bezug auf die Ausdehnung der Luft auf den General Roi[4]) und auf Blagden[5]) in Bezug auf die Ausdehnung des Wassers. Die

---

[1]) Dieses „wie es sein muss" bezieht sich auf das bereits im New System 1, p. 18 (Deutsche Ausgabe Bd. 1, S. 16) mitgeteilte Gesetz, das wir in der vorhergehenden Anmerkung unter 4. mitgeteilt haben. An der gedachten Stelle drückt Dalton dasselbe folgendermassen aus: „... oder dass die Temperatur in gleichen Zeitmomenten in geometrischer Progression abnimmt." K.

[2]) Dalton meint hier ein Thermometer, das nach der Voraussetzungen geteilt ist: „dass die Grösse der Ausdehnung des Quecksilbers, sich wie das Quadrat der Temperatur vom Frostpunkt an gerechnet" verhalte. Vgl. New System 1, p. 10. (Deutsche Ausgabe Bd. 1, S. 12.) K.

[3]) Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau. Paris, Laurent s. a. Die Arbeit wurde etwa 1790 verfasst.

Bétancourt, Augustin de. Geb. 1760 Teneriffa, gest. 1826 Petersburg. Ingenieur in spanischen, später Offizier in russischen Diensten. K.

[4]) General Roi. Wir haben keine biographischen Notizen über General Roi noch etwas über die hier gemeinte Arbeit finden können. K.

[5]) Gemeint ist voraussichtlich die Arbeit: On the cooling of water

Versuche über die Abkühlung der Körper sind mehr mein Eigentum, aber diese sind am leichtesten anzustellen u. s. w.

Es sind nun anderthalb Jahre her, seitdem diese Resultate veröffentlicht wurden, und doch sind hier zu Lande trotz ihrer auf der Hand liegenden Wichtigkeit keine Versuche weiter darüber gemacht worden. Vielleicht kann die Wiederholung und Bestätigung derselben bald von Frankreich aus erwartet werden u. s. w. Wenn dies der Fall sein sollte, so dürfen wir wohl ausrufen: Wo sind die Nachkommen der NEWTON, BACON, HOOKE und BOYLE, dass das Verdienst oder Nichtverdienst englischer Arbeit nicht im eigenen Lande festgestellt werden kann? Zu Ehren meines Vaterlandes hoffe und glaube ich, dass der Mangel an Aufmerksamkeit, den man für eine neue und wichtige Ansicht über einen Gegenstand von so grosser Tragweite, wie die Wärme es ist, zeigt, nur ein zufälliger oder scheinbarer ist, und nicht dem Mangel an Eifer und Interesse für die Wissenschaft noch der Unfähigkeit derer, auf welche als Führer und Autoritäten zu blicken das Publikum sich gewöhnt hat, zuzuschreiben ist.

16. Vorlesung. Über den Wärmestoff.

24. Januar 1810: Aus den, am Schluss meiner letzten Vorlesung mir von verschiedenen Seiten, gemachten Bemerkungen fürchte ich entnehmen zu müssen, dass ich meine Gedanken über die Wärmemenge, die ein Quecksilber- oder ein anderes Thermometer bei seiner progressiven Ausdehnung oder Zusammenziehung aufnimmt oder abgiebt, wie sie in der neuen Einteilung zum Ausdruck gelangt, einigermassen ungenau ausgedrückt habe.

Nun, ich wollte das so verstanden haben, dass ich mir die neue Einteilung des Thermometers in der Weise denke, dass sie allein die Intensität der Wärme im Thermometer angiebt und nicht die Quantität. Diese letztere, die Wärmemenge, denke ich mir mit der Zahl der Grade oder dem

---

below its freezing point. Phil. Trans. 1788. Blagden, Sir Charles. Geb. 1748, gest. 1820 Arcueil. Arzt in der englischen Armee und Mitglied der Royal Society. K.

Volumen des Quecksilbers wachsend, so dass ein kleiner Teil der zugeführten Wärme die Aufnahmefähigkeit des Körpers für die Wärme erhöht, während der andere die *Intensität* steigert. Innerhalb der Ausdehnung der gewöhnlichen Skala des *Quecksilber*thermometers — vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt des Wassers — ist die Ausdehnung so klein, und die Zunahme der Kapazität so gering, dass wir vom praktischen Standpunkt aus annehmen dürfen, dass beide, die Zunahme der *Wärmemenge* und das Wachstum der *Intensität*, stets im gleichen Verhältnis fortschreiten und dass die Wärmemenge einzig und allein, zum Hervorbringen jener Intensität, verwandt wird.

Hinweis auf das Luftthermometer.

Für ein *Wasser*thermometer kann diese Schlussfolgerung jedoch *nicht* zugegeben werden, denn, die Genauigkeit der neuen Einteilung vorausgesetzt, ist es klar, dass der Überschuss an Temperatur von 8°, der beim Mischen gleicher Mengen Wasser von 32° und 212° beobachtet wurde, nur aus der Annahme erklärt werden kann, dass diese 8° aus der grösseren Kapazität des Wassers von 212° gegenüber dem von 32° herstammen. In der letzten Vorlesung verwies ich auf die Thatsache, dass, wenn gleiche Mengen Wasser von den eben erwähnten Temperaturen gemischt werden, eine Temperatur von 130° der neuen Skala anstatt des arithmetischen Mittels, 122°, erreicht wird. Dieser Überschuss von 8° muss also der grösseren Kapazität des Wassers im oberen Teile der Skala zugeschrieben werden.

Hinweis auf die *gradweise* Ausdehnung der *Luft*. Wirkung proportional der Ursache.

Ähnliches findet bei der Ausdehnung fester Körper statt.

Aber es ist beobachtet worden, dass das Gesetz der Ausdehnung der Flüssigkeiten noch etwas Besonderes aufweist.

Wasser dehnt sich um 1 pro 1° in einem Teil aus und um 340 pro 1° in einem anderen Teil, und das ebenso durch Kälte, wie durch Wärme!![1])

[1]) Nach *Dalton* beträgt die Ausdehnung des Wassers durch die Wärme, wenn dieselben von 32°—42° F. = 1 gesetzt wird, von 202°—212° F.



Eine Erklärung dieser Erscheinung habe ich unter Gerinnung versucht. Hinweis auf die Zeichnungen.

Spezifische Wärme des Körpers ist die numerische Beziehung der wirklichen Wärmemengen in gleichen Gewichten oder gleichen Massen zweier verschiedener Körper, so dass, wenn die spezifische Wärme einer gegebenen Menge Wasser mit 1 bezeichnet wird, diejenige der gleichen Menge Quecksilber nahezu $^1/_2$ beträgt. Wenn Gewichte anstatt Massen gewählt werden, so wäre das Verhältnis nahezu 1 zu $^1/_{25}$.

Methode, die spezifische Wärme zu bestimmen:

Flüssigkeiten, das Glas, kugelförmig, aufgehängt mit einem Thermometer. Die Zeit beim Abkühlen aufschreiben. [1])

Feste Körper — indem man sie erwärmt in ein gegebenes Volumen Wasser bringt, u. s. w.

Gase — schwierig.

Vorstellung von dem Gleichgewicht der Wärme: Dr. Crawford, Prevost[2]) über gebundene, freie, latente u. s. w. Wärme.

Theoretische oder spekulative Betrachtungen über die Wärme der Gase:

Die Grundsätze können vielleicht auf alle anderen Stoffe ausgedehnt werden.

Wärme durch Verbrennung und chemische Vereinigung hervorgebracht: [3])

1. Mischung von Schwefelsäure und Wasser:

Mische 1.6 Schwefelsäure.

1 — Wasser giebt Temperatur von 260° an.

Verminderung der Kapazität um $^1/_{16}$.

= 84. — Vgl. New System (Deutsche Ausgabe Bd. 1, „Neue Tabelle der Temperatur“ S. 18 und 20). K.

[1]) Vgl. die von Dalton gewählte Methode. New System 1. p. 58 (Deutsche Ausgabe Bd. 1, S. 67). K.

[2]) Prevost, Pierre, geb. 1751 — Genf — gest. 1839. Erst Berlin Akademie, dann Prof. d. Philosophie, später d. Physik in Genf. K.

[3]) Vergleiche zum Verständnis der folgenden Angaben den VI. Abschnitt in Dalton's New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 96—113, der „von dem natürlichen Zero der Temperatur, oder der absoluten Beraubung des Wärmestoffs“ handelt. K.

Hinweis auf die Zeichnung und numerische Erklärung; auch nebenher auf die Luftflasche. Erhitzter Draht in Wasserstoff.

Hieraus mag geschlossen werden, dass bei der Verbrennung der gleiche Effekt erzielt wird.

Schwierigkeiten des Nachweises in Gasen:

2. Mischung von Schnee und Salz erzeugt Kälte, begleitet von einem kleinen Wachstum der Kapazität.

3. Salpetersäure und Kalk erzeugt Wärme. LAVOISIER und LAPLACE fanden die Kapazität des Gemisches vermehrt. Ich fand sie vermindert, aber verhältnismässig weniger als andere Körper.

Verbrennung von Öl, Talg:

10 g erwärmen 2 Quart Wasser um 5°.

Wasserstoff erhöht das gleiche Volumen Wasser um 4.5.

Kohlengas um 10° u. s. w. Vergl. New System, 1, p. 77 (Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 88).

Von da Schluss auf die grosse Wärmemenge im Sauerstoffgas. Einwurf widerlegen.

Das Glühen in galvanischen und elektrischen Strömen erklären.

Natürlicher Nullpunkt der Temperatur oder absolute Kälte. Vgl. Zeichnung.

Vorausgesetzt, eine Mischung brächte 200° Wärme hervor und verlöre $^1/_{20}$ an Kapazität, dann würde der Nullpunkt 4000° unter der Temperatur sein.

Wärmestrahlung:

Gewöhnliche Erklärungsweise durch Zeichnung.

Wärme von gewöhnlichem Feuer ausstrahlend.

LESLIE's [1]) Entdeckung des Einflusses der Oberfläche.

Glas und Papier zu Metall wie 8 zu 1. [2])

Eine seiner Annahmen bestritten. [3])

---

[1]) Leslie, John. Geb. 1766 Dorf Largo, Fifeshire, Schottland, gest. 1832 Coates bei Largo. Prof. der Physik an der Universität Edinburg. Die hier gemeinte Arbeit ist: Experimental Inquiry into the nature and properties of Heat. London 1804. K.

[2]) Vgl. New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 117. K.

[3]) Dalton fand das Verhältnis in den Zeiten des Abkühlens bei

Vergl. Büchse.[1])

Vergleichung von Wärme, Elektrizität und Licht.

Je weiter wir in unserer Kenntnis über das Licht, über die Wärme und Elektrizität fortschreiten, um so mehr Ähnliches finden wir bei ihnen.

Sonnenlicht und Wärme sind der Reflexion und der Brechung unterworfen: gewöhnlicher Wärmestoff ist der Reflexion unterworfen und kann wie Licht in einem Brennpunkt gesammelt werden. Wärme und Elektrizität werden gleicherweise in allen Körpern in verschiedener Menge und Intensität gefunden. Wenn wir einem Stoff seine Elektrizität nehmen, so müssen wir die gleiche Menge an einen anderen abgeben; dasselbe findet beim Wärmestoff statt. Elektrizität pflanzt sich mit einer Geschwindigkeit fort, der wohl nur die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der strahlenden Wärme und des Lichtes gleichkommt. Der vorzüglichste sichtbare Effekt der Elektrizität beim Glühendmachen der Drähte ist die Wärmeabgabe.

Können wir da nicht jene Zeit voraussehen, wo diese drei wichtigen Agentien als aus einem und demselben Urgrunde stammend angesehen werden? Und ist es bis dahin nicht das Vernünftigste, zu schliessen, dass diese Agentien gleicher Natur sind? Wenn eines dieser drei, Wärme, Licht und Elektrizität, als ein Fluidum angesehen wird, dann müssen auch die beiden anderen als Fluida betrachtet werden; und wenn eines derselben als Kraft oder als Eigenschaft der Materie angesehen wird, dann müssen alle drei als Kräfte oder Eigenschaften derselben betrachtet werden. Nun sind bezüglich des Lichtes unsere Kenntnisse nahezu die gleichen wie zur Zeit Newton's geblieben.

Seine ausgesprochene Meinung über das Licht war, dass

---

gläsernen und metallenen Oberflächen kleiner als es Leslie in den höheren Teilen der Skala gefunden hatte. Vgl. New System, Deutsche Ausgabe Bd. 1, S. 131. K.

[1]) Bei einem Versuche wurden zinnerne Theebüchsen verwendet. Vgl. New System Bd. 1, Abschnitt 7: Von der Bewegung und Mitteilung des Wärmestoffs, welche aus der Ungleichheit der Temperatur entspringen. 4. Versuch. (Deutsche Ausgabe Bd. 1, S. 128). K.

es ein Stoff sei, und nicht eine Eigenschaft anderer Stoffe. Über die Wärme und Elektrizität sind unsere Kenntnisse seit NEWTON's Zeiten durch Vesuche sehr bereichert worden, und nach den vorhergehenden Bemerkungen muss es scheinen, dass sich viele Züge von sprechender Ähnlichkeit bei den dreien finden. Darf daraus nicht geschlossen werden, dass die Annahme, Wärme sowohl wie Elektrizität seien ebenfalls Stoffe, sich mehr der NEWTON'schen Philosophie anschliesst, als die entgegengesetzte Lehre, welche sie als blosse Qualitäten oder Eigenschaften der Körper betrachtet? —

17. Vorlesung. Vgl. oben S. 14.

18. Vorlesung. Chemische Elemente.

30. Januar 1810. In der letzten Vorlesung bemühten wir uns, nachzuweisen, dass, wenn auch die Materie ausserordentlich weit, sie doch nicht unendlich weit teilbar ist, dass es also einen Punkt geben muss, über den hinaus die Teilung des Stoffes nicht fortgesetzt werden kann. Die Existenz dieser letzten Teilchen der Materie wird kaum bezweifelt werden können, obgleich sie voraussichtlich viel zu klein sind, um jemals durch Verbesserung der mikroskopischen Hülfsmittel vorgewiesen werden zu können.

Zur Bezeichnung dieser letzten Teilchen habe ich das Wort Atom lieber gewählt als Partikel oder Molekel oder sonst einen Diminutiv-Ausdruck, weil ich ihn für weit bezeichnender halte, da er den Begriff des Unteilbaren an und für sich einschliesst, was bei den anderen Ausdrücken nicht der Fall ist. Nun kann vielleicht gesagt werden, dass ich in seiner Anwendung zu weit gehe, wenn ich von zusammengesetzten Atomen spreche; so nenne ich z. B. ein kleinstes Teilchen Kohlensäure ein zusammengesetztes Atom. Zwar kann ein solches Atom noch geteilt werden, doch dann hört es eben auf, Kohlensäure zu sein, da es durch solche Teilung in Kohle und Sauerstoff zerlegt wird. Deshalb glaube ich, dass es kein Widerspruch ist, von zusammengesetzten Atomen zu sprechen, und dass der Sinn, den ich damit verbinde, nicht missverstanden werden kann.

Einige Philosophen haben geglaubt, dass alle Materie, so ungleichartig sie auch scheint, voraussichtlich doch ein und dieselbe sei, und dass die grosse Verschiedenheit ihrer Erscheinungsformen sich nur aus gewissen ihr erteilten Kräften und aus der grossen Mannigfaltigkeit von Verbindungen und Anordnungen, deren sie fähig ist, herleitet. Aus den Notizen, die ich in der letzten Vorlesung NEWTON entlehnte, scheint hervorzugehen, dass er dieser Meinung nicht war, und auch die meine ist es nicht. Ich möchte annehmen, dass es eine beträchtliche Zahl von elementarischen Grundstoffen im eigentlichen Sinne giebt, d. h. solcher, die durch keine uns zu Gebote stehende Kraft ineinander übergeführt werden können. Wir sollten uns jedoch aller Mittel bedienen, die Zahl derartiger Stoffe oder scheinbarer Grundstoffe, soviel nur möglich, zu verringern, und schliesslich werden wir doch nicht wissen, welche Grundstoffe wirklich unzersetzlich sind, und welche nur widerstehen, weil wir die zu ihrer Zerlegung vielleicht nötigen Mittel nicht angewendet haben.

Wir haben schon bemerkt, dass alle Atome der gleichen Art, sowohl einfache als zusammengesetzte, notwendigerweise als gleich an Gestalt, Gewicht und jeder anderen Eigenschaft angesehen werden müssen.

Gestalt der einfachen Atome: Sie mag kugelförmig oder eine der 5 regulären Körper sein. Tetraëder, Hexaëder.

Welche Form sie aber auch haben mögen, thatsächlich muss diese wegen der grossen Menge des sie umgebenden Wärmestoffes kugelförmig oder doch nahezu kugelförmig sein.

1. Vereinigung einfacher Atome giebt zusammengesetzte Atome.

Vereinigung findet im allgemeinen im Verhältnis von eins zu eins statt.

2. Art und Weise, das relative Gewicht der Atome zu ermitteln.

Beispiele: Erden und Metalle—Karbonate, Sulfate u. s. w.

3. Anordnung von 3 oder mehr Atomen, die ein zusammengesetztes Atom bilden.

Vergleiche Wasser u. s. w. und Ammoniumnitrat.

Sechseck: Daher vielleicht der Ursprung der hexagonalen Krystalle.

4. Vom Wasser:

	Sauerstoff	Wasserstoff	
Lavoisier	85 —	15 —	5,6 : 1
verbessert	$87^1/_2$ —	$12^1/_2$ —	7 : 1

Warum 1 : 1? weil weder die Synthese noch die Analyse Grund zur Annahme einer anderen Verbindung giebt.

5. Ammonium:

	26 Stickstoff	+ 74	Wasserstoff	= 4.2 : 1 .
sollte sein	30 „	+ 70	„	= 5.1 : 1

Henry [1]) mit unseren, nie weniger als 26, nie mehr als 29 } daher mit Salpetergas immer zu viel Stickstoff oder sonst richtig.

Verbindungen von Stickstoff mit Sauerstoff giebt es mindestens 4 oder 5. [2])

		Gewicht.	Durchmesser.
1. Salpetergas		12	0.947
	Davy —	42—47	Stickstoff
Spez. Gew. 1.1.	Theorie	42	58 Sauerstoff.

48 Raumteile Stickstoff — davon bleiben 24 beim Elektrisieren zurück.

		Gewicht	
2. Oxydiertes Stickgas		17.2 aus salpeters. Ammon.	
	Davy — 61 zu	63	Stickstoff
Spez. Gew. 1.6 —	Theorie	$59^1/_2$	$40^1/_2$ Sauerstoff

	Oxydiertes Stickgas	Wasserstoff	
Zersetzung durch Wasserstoff	1 Raumteil	+ 1	ergiebt 1 Stickstoff.

3. Salpetersäure:

Cavendish von 25 bis 30 Stickstoff
Davy — 29.5 Stickstoff.

		Stickstoff		Sauerstoff
Spez. Gew. 2.4	— Theorie	27	—	73.

Auftreten derselben in elastischer Form (siehe Tabelle).

Sauerstoff		Salpetergas
1	verband sich mit	1.4 bis 2.3

---

[1]) Vgl. New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 238, wo das Verfahren Henry's, das Ammoniak zu analysieren, ausführlich beschrieben ist. K.

[2]) Man findet die genaueren Angaben über die Verbindungen des

4. Oxydierte Salpetersäure: 26.1
4 Sauerstoff zu 1.3 Salpetergas ergiebt 1 oxydierte Salpetersäure und 1.3 Salpetrichte Säure.
5. Salpetrichte Säure: 31.2.
1 Raumteil Sauerstoff nimmt 3.6 Salpetergas in Wasser auf.
1 Raumteil Sauerstoff zu 3.6 Salpetergas in einem Becherglas ergiebt salpetrichte Säure.
Diese Säure giebt, wenn sie sich verbindet, Salpetergas ab.

Bemerkungen über Salpetersäure:

Vergleichende Tabelle an der Tafel:
2 zu 1 stärkste dargestellte Säure.
1 zu 1 sehr stark.
1 zu 2 Siedepunkt 248 ⁰ Maximum.
1 zu 3 nichts Bemerkenswertes.
1 zu 4 Säure, am leichtesten erstarrend. (CAVENDISH.)

19. Vorlesung. Chemische Elemente.

31. Januar 1810. Es wird Ihnen aufgefallen sein, dass in den vorhergehenden Untersuchungen die Schlüsse über die Anzahl und das Gewicht, in welchem die elementarischen Grundstoffe Wasser, Ammonium und die verschiedenen Verbindungen von Stickstoff und Sauerstoff bilden, aus den Versuchen anderer abgeleitet wurden, ohne dass ich irgendwelche nennenswerte von mir selbst entdeckte Thatsachen hinzugefügt hätte; darüber muss ich ein paar Bemerkungen machen.

Die Zusammensetzung und die Zersetzung des Wassers ist durch britische und auswärtige Chemiker festgestellt worden, die des Ammoniums durch BERTHOLLET und verschiedene andere. Die Verbindungen von Stickstoff und Sauerstoff sind nach und nach von CAVENDISH, PRIESTLEY, DAVY und anderen aufgeklärt worden, jedoch darf ich darauf hinweisen, dass die Stickstoffverbindungen verschiedene Male einen grossen Teil auch meiner Zeit und Aufmerksamkeit in Anspruch genommen haben. Die eleganten und lehrreichen Versuche über die Einwirkung der Elektrizität auf Salpetergas ver-

---

Stickstoffs mit Sauerstoff im New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 181, 188, 163, 167—169, aus denen man die folgenden Notizen verstehen kann. K.

dienen besonders erwähnt zu werden. Beim Elektrisieren des Salpetergases über Wasser werden in kurzer Zeit 100 Massteile auf 24 reduziert, die sich bei der Untersuchung als reiner Stickstoff ausweisen.

1. Die Theorie dieser Erscheinung erklären. 2. Theorie der Bildung der Salpetersäure in CAVENDISH's Versuchen.[1])

Die einfache und leichte Methode, die geringste Menge Sauerstoff mit der grössten Menge Salpetergas zu verbinden, auf die ich in der letzten Vorlesung hinwies, war das Resultat meiner eigenen Untersuchungen und liefert einen überzeugenden Beweis für die thatsächliche Existenz der sogenannten salpetrichten Säure, die aus 1 Atom Sauerstoff verbunden mit 2 Salpetergas zusammengesetzt ist. (Vgl. Figur.)

Aus den vorstehenden Bemerkungen wird man ersehen, dass ich soweit in meinen theoretischen Fortschritten vordringen konnte, ohne auf grosse Hindernisse zu stossen, der Weg war durch andere geebnet; als ich dann aber meinen Blick auf die Verbindungen der Kohle mit Sauerstoff und mit Wasserstoff richtete, bemerkte ich, dass alle damals allgemein angenommenen Lehren sich meinem Fortschreiten entgegenstellten und mit meinen Ansichten unvereinbar waren.

TENNANT's[2]) Experimente in den Philosophical Transactions von 1797 haben die Identität des Diamanten mit der Kohle in chemischer Hinsicht erwiesen, aber spätere Versuche GUYTON's DE MORVEAU über die Verbrennung des Diamanten haben diese ältere Meinung nach dem Urteil eines grossen Teiles unserer Chemiker wieder über den Haufen geworfen. Diamant wurde als ein einfacher Körper, Kohle als das Oxyd des Diamanten angesehen.

Bald darauf entdeckte CRUIKSHANK[3]) das Kohlenoxyd ge-

---

[1]) Gemeint sind die oben S. 88 u. s. w. angeführten Versuche. K.

[2]) Tennant, Smithson. Geb. 1761 Wensleydale, Yorkshire, gest. 1815 Boulogne sur Mer. Dr. med., erst als Privatmann viel auf Reisen, dann seit 1813 Prof. der Chemie in Cambridge. Die oben erwähnte Abhandlung ist betitelt: On the nature of the diamond. K.

[3]) Cruikshank, William. Geb. 1745 Edinburg, gest. 1800 London. Wundarzt und Lehrer der Anatomie in London, auch Chemiker der englischen Artillerie. Die hier in Betracht kommende Arbeit ist betitelt:

nannte Gas. Die Lehre von den Verbindungen der Kohle oder besser des Diamanten mit Sauerstoff stand also damals so:

Diamant	18	Teile
Sauerstoff	10	„
	28	Kohle
Sauerstoff	41	
	69	Kohlenoxyd
Sauerstoff	31	
	100	Kohlensäure.

Eine sehr einfache Überlegung überzeugte mich, dass die Lehre, Kohle sei ein Oxyd des Diamanten, im hohen Masse unwahrscheinlich ist, — und Versuche bestätigten die Richtigkeit von LAVOISIER's Schluss, dass 28 Teile Kohle und 72 Sauerstoff Kohlensäure geben, und dass Kohlenoxyd genau halb so viel Sauerstoff wie die Kohlensäure enthalte, was in der That durch die beiden französischen Chemiker CLÉMENT [1]) und DESORMES [2]) festgestellt war, die jedoch von diesem beachtenswerten Resultat nicht weiter Notiz nahmen. Kohlenoxyd als das leichtere ist das einfachere.

Also 28 + 36 = Kohlenoxyd } also { 5.4 + 7 = 12.4
+ 36 = Kohlensäure } also { + 7 = 19.4

Also ist Kohlensäure = 19, wie in der letzten Vorlesung vorausgesetzt wurde.

Kohlenoxyd		Sauerstoff		Kohlensäure
100	—	47	—	94

2. Kohle und Wasserstoff:
Mischungen im allgemeinen u. s. w.

Some observations on different Hydrocarbonates and combinations of Carbone with Oxygene. Nicholson's Journal Vol. 5 1802. p. 1. K.

[1]) Clément. Geb. in Dijon, gest. 1841/42 Paris. Prof. der angewandten Chemie und besass mit seinem Schwiegervater Desormes eine Alaunfabrik in Verberie. K.

[2]) Desormes, Charles Bernard. Geb. 1777, gest. 1862 Verberie (Oise). Die Arbeit über das Kohlenoxyd findet sich: Annal. de Chimie T. 42, An X, (1802) p. 121: Sur le Charbon. K.

BERTHOLLET's letzte Arbeit; [1]) Bemerkungen.
Gattungen — (1) Ölmachendes Gas.
100 — nimmt 300 Sauerstoff — giebt 200 Säure. [2])
Elektrisch verpufft, 200.
Mit 200 giebt Kohlenoxyd 200. [3])
(2) Kohlehaltiges Wasserstoffgas — Kohlengas.
100 — nimmt 200 Sauerstoff — giebt 100 Säure. [2])
Elektrisch verpufft, 200.
Mit 100 Sauerstoff giebt 200.
Alles dies beweist, dass Kohle = 5 ist.
Wasserstoff-Flamme fahl rot.
Kohlenoxyd blau.
Kohlehaltiges Wasserstoffgas weiss wie eine Kerze.
Ölmachendes Gas sehr leuchtend weiss.

3. Schwefel. Gewicht 13 [4]) aus den Säuren abgeleitet:
   1. Schwefeloxyd.
   2. Schweflichte Säure.
   3. Schwefelsäure.

Siedepunkt der konzentriertesten 620°, enthält 81%.
Gewöhnliche Säure enthält 79, kocht bei 590°.
Bemerkung über KIRWAN's Tabelle. [5])
Feste Säure — 1.78 — 1 + 2 Wasser — 435°.
Theorie — CLÉMENT und DESORMES, NICHOLSON, 17. [6])
Schwefelhaltiges Wasserstoffgas, 1 + 1.
Mein Buch unrichtig. [7]) Verbrannt giebt es schweflichte Säure und Wasser.

4. Phosphor:
   Phosphorichte Säure.
   Phosphorsäure.
   Phosphorhaltiges Wasserstoffgas.

---

[1]) Berthollet behauptet im 2. Bd. des Memoires d'Arcueil, dass alle kohlehaltigen brennbaren Gase neben Kohlenstoff und Wasserstoff auch Sauerstoff enthielten. Vgl. New System. Deutsche Ausgabe S. 180—183. K.

[2]) Vgl oben S. 68. „Säure" heisst hier „Kohlensäure". K.

[3]) Gemeint ist: 100 ölbildendes Gas + 200 Sauerstoff geben 200 Kohlenoxyd u. s. w. K.

[4]) Die verschiedenen von Dalton für den Schwefel angenommenen Zahlen finden sich oben S. 78 Tabelle A.

[5]) Im New System, Bd. 2, S. 209 erörtert Dalton die Fehler dieser Tabelle. K.

[6]) Will besagen: die Arbeit von Clément und Desormes: Théorie de la Fabrikation de l'aride sulfurique, Annal. de Chimie T. 59. 1806. p. 329, findet sich auch in Nicholson, Journ. Vol. 17. 1807. p. 41. K.

[7]) Schwefelhaltiges Wasserstoffgas ist im 1. Teil des New System als aus 1 Schwefel auf 3 Wasserstoff bestehend angegeben.

5. **Alkalien und Erden:**
   Kalkhydrate.
6. **Metalle.**
7. **Metalloxyde.**
8. **Metallische Schwefelverbindungen.**
   HATCHETT's Arbeit über magnetische Pyrite giebt die 2., 3. und 5. Eisenverbindung. [1])

20. Vorlesung. Chemische Elemente.

3. Februar 1810: Wenn wir den sehr bedeutenden Anteil, den die beiden Elemente Wasserstoff und Sauerstoff an dem Aufbau der chemischen Verbindungen zu nehmen scheinen, betrachten, so wird es uns verwunderlich scheinen wollen, dass sich von diesen beiden Elementen selbst nur eine Verbindung finden sollte.

Das Wasser, diese wohlthätigste und wichtigste aller Flüssigkeiten, besteht aus Wasserstoff und Sauerstoff. Ausser dieser einen ist keine andere Verbindung dieser beiden Elemente allgemein bekannt und als solche erkannt worden; es ist seltsam, dass wir nicht irgendwo einen zusammengesetzten Grundstoff haben, der aus zwei Atomen Sauerstoff und einem Wasserstoff oder aus zwei Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff besteht. Entsprechend dem, was wir in anderen ähnlichen Fällen beobachten, müsste der erstere eine Säure, der andere ein brennbares Gas sein. Alle anderen gewöhnlichen Elemente, wie Stickstoff, Kohle, Schwefel und Phosphor verbinden sich mit zwei Atomen Sauerstoff zu einer Säure. Warum sollte der Wasserstoff nicht dasselbe thun? Man hat diese Frage oft aufgeworfen, eine zufriedenstellende Antwort aber ist bisher nicht gegeben worden. Wenn ich die Resultate der Versuche vergleiche und die theoretischen Anschauungen, die ich zu entwickeln versucht habe, heranziehe, so erscheint es mir wenigstens sehr wahrscheinlich, dass die als Flusssäure und Salzsäure bezeichneten Verbindungen und ihre Derivate aus den Elementen Wasserstoff und Sauerstoff zu-

---

[1]) Hatchette, Charles. Geb. 1765 (?), gest. 1847 Chelsea bei London. F. R. S. An analysis of the magnetical Pyrites, with remarks on some of the other Sulfurets of Iron. Phil. Trans. 1804. p. 314. K.

sammengesetzt und in Wirklichkeit gerade die Verbindungen sind, auf welche wir eben angespielt haben.[1])

Ich möchte aber nicht dahin missverstanden werden, als ob ich etwa meinte, diese Anschauungen wären notwendige Schlussfolgerungen aus der Atomtheorie, und diese stünde oder fiele mit denselben. Vielmehr kann wegen der Mängel und Unvollkommenheit unserer Kenntnis der auf diese Gegenstände bezüglichen Thatsachen vielleicht jetzt noch nichts Entscheidendes behauptet werden; nichtsdestoweniger beabsichtige ich, solche Überlegungen und Thatsachen, die mich zur Annahme meiner Meinung bewogen haben, hervorzuheben, muss es aber anderen überlassen zu urteilen, inwieweit sie die oben erwähnten Möglichkeiten stützen oder nicht.

1. Flusssäure:
   1. Flussspathsäuregas aus flusssaurer Kalkerde — ein mit Kiesel sich verbindendes Gas — Flusssäurekieselerde mit Überschuss von Säure. Sehr schweres Gas.
   2. Es ist kein Dampf, weder in ihm, noch in salzsaurem Gas enthalten; bewiesen dadurch, dass es durch Kälte nicht kondensiert wird, u. s. w.
   3. 50 Gran flusssaure Kalkerde gaben 75 schwefelsaure Erde,[2]) Mittel aus Richter und Scheele. Also 15 Säure + 23 Kalkerde = flusssaure Kalkerde.
   4. Davy fand, dass Kalium in diesem Gas brennt; etwas Wasserstoff tritt auf, und flusssaures Kali wird gebildet.
   5. Also wenn 15 das Gewicht ist — 2 Sauerstoff + 1 Wasserstoff u. s. w.

2. Salzsäure:
   1. Enthält keinen Dampf.

[1]) Dalton's Ansicht scheint gewesen zu sein, dass wenn eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff weniger Sauerstoff als Wasser enthält, sie in Sauerstoff zu Wasser verbrennen müsse. — Flusssäure und Salzsäure hielt er für die sauerstoffreicheren Verbindungen HO_2 und HO_3 und erklärte daraus ihren sauren Charakter. K.

[2]) Dieser Versuch findet sich genau im New System, Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 70 beschrieben. K.

2. DAVY fand, dass Kalium in diesem Gase brennt, giebt Wasserstoff und bildet salzsaures Kali.
3. Ihr Gewicht ist 22 = 1 Wasser + 3 Sauerstoff.[1]
4. Flüssige Salzsäure 1 und 20 Wasser kocht bei 232°, siehe Zeichnung.

3. Oxydierte Salzsäure:[2]
   1. Das Gas hat spez. Gew. 2.34.
   2. DAVY und die französischen Chemiker scheinen anzunehmen, dass dies das Einfache, und die Salzsäure das Zusammengesetzte ist. Brennt mit Kohlenoxyd u. s. w.
   3. Die Einwirkung des Lichtes auf ein Gemenge derselben mit Wasserstoff.
4. Überoxydierte Salzsäure:[3]
   1. Besteht aus 1 oxydierter Salzsäure + 5 Sauerstoff, 1 Wasserstoff + 9 Sauerstoff.
5. Essigsäure.
   Neutrale Salze:
   1. Kohlensaure Salze.
   2. Schwefelsaure Salze.
   3. Salpetersaure Salze.
   4. Salzsaure Salze.
   5. Essigsaure Salze.
6. Metallsalze:
   Ätzendes Sublimat. Vgl. Zeichnung.

Wirkung der gewöhnlichen Elektrizität auf zusammengesetzte Gase und Gasgemenge:

1. Keine Einwirkung auf die einfachen Gase, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff.
2. Ammonium. Schnell zersetzt.
3. Kohlensäure. Zersetzt in Kohlenoxyd und Sauerstoff, vereinigt sich wieder.
4. Äther und Alkoholdampf werden zersetzt.

---

[1]) Vgl. hierzu die Bemerkung über Wasserstoff- und Sauerstoffverbindungen in der Einleitung zu dieser Vorlesung oben S. 110. K.

[2]) Chlor. K.

[3]) Chlorsäure, von der damals nur Salze bekannt waren. K.

5. Salpetergas und oxydiertes Stickgas. Zersetzt.
6. Verbindungen von Kohle und Wasserstoff. Zersetzt.
7. Verbindungen von Schwefel und Phosphor mit Wasserstoff. Zersetzt.
8. Gemenge von einigen brennbaren Gasen und Sauerstoff, neue Verbindungen, schnell oder langsam. Im allgemeinen schneller als die früheren.

Schwierigkeiten, eine Theorie aufzustellen.

Schluss der Vorlesungen.

Ich kann diese Reihe von Vorlesungen nicht wohl schliessen, ohne meiner grossen Befriedigung über die dem behandelten Thema geschenkte, allgemeine Aufmerksamkeit und die mir, beim eintreten widriger Umstände, erwiesene Nachsicht, Ausdruck zu verleihen; und werde ich diesen angenehmen Eindruck stets mit der Erinnerung an diese Zeit verbinden. Für diejenigen, die selbst an dem Fortschreiten und dem Aufbau der Wissenschaft ein hohes Interesse haben, ist es ja immer eine ganz besondere Genugthuung, Gleichgesinnten zu begegnen. Nun werde ich wieder zu meiner beschaulichen Zurückgezogenheit heimkehren, um die Reihe von Fragen und Untersuchungen, die ich in den letzten Vorlesungen kurz entwickelt habe, weiter zu spinnen; die Resultate werden, wie ich zuversichtlich hoffe, von Wichtigkeit sein und dazu beitragen, die wundervolle und einfache Theorie der chemischen Synthese und Analyse zu festigen, die ich aus der Überzeugung von ihrer Anwendbarkeit auf allgemeine chemische Phänomene angenommen habe, und die, wie ich mir einbilde, zu ihrer Zeit die absoluten Mengen und das gegenseitige Verhältnis aller elementaren Grundsstoffe, der einfachen wie der zusammengesetzten, zur Basis alles chemischen Denkens machen wird.

Royal Institution 3. Februar 1810.

Dann folgt von DALTON's Hand der nachstehende Auszug aus NEWTON's Optik:

[1.] NEWTON: Frage 31.

„Die Teilchen aller homogenen, harten Körper, welche

einander völlig berühren, haften sehr fest aneinander, und um zu erklären, woher das kommen mag, haben einige mit Haken versehene Atome erdacht, was die Frage zur Behauptung machen heisst; andere erzählen uns, dass die Körper durch die Ruhe zusammengehalten werden, — d. h. durch eine qualitas occulta oder vielmehr durch nichts; wieder andere meinen, dass sie aneinander haften durch zusammenwirkende Bewegungen, — d. h. durch relative Ruhe unter sich; ich würde lieber aus ihrer Kohäsion folgern, dass ihre Partikel einander mit einer gewissen Kraft anziehen, die bei unmittelbarer Berührung ausserordentlich stark ist und bei geringen Entfernungen die oben erwähnten chemischen Vorgänge zu stande bringt und mit merkbarer Stärke nicht weit über die Partikeln hinaus wirkt.“

„Alle Körper scheinen aus harten Partikeln zusammengesetzt zu sein.“ „Selbst die Lichtstrahlen scheinen harte Körper zu sein“ „und wie so harte Teilchen, die nur aneinander gelegt sind, und die sich nur an wenigen Punkten berühren, aneinander haften können und das so fest, wie sie es thun, ohne Zuhülfenahme von irgend etwas, welches sie veranlasst, sich anzuziehen oder gegeneinander zu drücken, das ist sehr schwer einzusehen.“

„Mir scheint es wahrscheinlich, dass Gott im Anfang die Materie aus festen, dichten, harten, undurchdringlichen und beweglichen Partikeln schuf von solcher Masse und Gestalt und mit solchen weiteren Eigenschaften und in solchen Verhältnissen zum Raume, wie sie am besten zu dem Zwecke taugten, zu dem er sie geschaffen hatte, und dass diese ursprünglichsten festen Teilchen unvergleichlich viel härter als irgend ein aus ihnen aufgebauter poröser Körper seien, sogar so hart, dass sie niemals zerstört oder in Stücke zerbrochen werden können; denn keine gewöhnliche Kraft ist fähig, das zu trennen, was Gott selbst bei der ersten Schöpfung zu einem schuf. So lange die Teilchen ganz bleiben, können sie zu allen Zeiten Körper von der gleichen Natur und der gleichen Zusammensetzung bilden, aber, sollten sie vergehen oder in Stücke zerbrechen, so würde die Natur der Dinge, die von ihnen abhängen, sich ändern. Wasser und

Erde, zusammengesetzt aus alten abgenutzten Partikeln und Bruchstücken von solchen, würden dann nicht die gleiche Art und Zusammensetzung besitzen wie Wasser und Erde, die im Anfang aus vollkommenen Teilchen zusammengesetzt sind. Deshalb müssen, damit die Natur fortdauern kann, die Veränderungen der körperlichen Dinge nur in verschiedenen Trennungen und neuen Vereinigungen und Bewegungen dieser immerwährenden Partikeln verlegt werden; zusammengesetzte Körper können nur da, wo die kleinsten Teilchen aneinander lagern und sich in wenigen Punkten berühren, nicht aber mitten durch die festen Partikeln geteilt werden . . .“ [1])

[2.] Weiter: „Gott ist fähig, Teilchen von verschiedener Masse und Gestalt und von verschiedenem Verhältnis zu dem Raum, den sie erfüllen, und vielleicht von verschiedener Dichte und verschiedenen Kräften zu schaffen . . . In alledem finde ich wenigstens keinen Widerspruch . . .“

Weiter: „Mit Hülfe dieser Grundstoffe sind nun alle materiellen Dinge aus den oben erwähnten harten und festen Partikeln zusammengesetzt, die bei der ersten Schöpfung nach dem Plane eines vernunftbegabten Agens verschiedenartig verbunden wurden . . .“

Newton. Prop. 23. B. 2.[2])

„Wenn die Dichtigkeit einer Flüssigkeit, die, aus sich gegenseitig abstossenden Partikeln zusammengesetzt ist, gleich ist dem Druck, dann sind die rückstossenden Kräfte der Partikel umgekehrt proportional der Entfernung ihrer Centren; und umgekehrt werden die Partikel, die mit solchen Kräften ausgestattet sind, eine elastische Flüssigkeit bilden, deren Dichte proportional dem Drucke ist.“

---

[1]) Horsley's Newton, Bd. 4, p. 260.
[2]) Die folgende Stelle ist Newton's Principia entnommen. K.

Vorlesungen über Naturphilosophie u. s. w.

Einleitung.

20. April 1814. Es wird kaum nötig sein, denke ich, mich des weiteren über die Wichtigkeit und allgemeine Nützlichkeit der, in einem Kursus über Naturphilosophie und Chemie gewöhnlich inbegriffenen Wissenschaften zu verbreiten.

In einem Lande, wo Künste und Wissenschaften im allgemeinen mehr als in irgend einem anderen gepflegt werden, welchem Umstande wir, eingestandenermassen, bis zu einem gewissen Grade, unseren gegenwärtigen Vorrang verdanken, bedarf es keines besonders starken Anstosses, die Aufmerksamkeit auf Gegenstände dieser Art zu lenken.

Mechanik und Chemie, im weitesten Sinne gefasst, sind ohne Zweifel diejenigen Wissenschaften, die bei dem heutigen Stande der civilisierten Gesellschaft im allgemeinen am meisten interessieren, wobei die Mechanik, als die Hydrostatik, Hydrodynamik und Pneumatik umfassend, betrachtet werden muss. Die vielen wichtigen Erfindungen und Fortschritte in der modernen Maschinentechnik stützen sich auf Grundsätze, die herzuleiten Gegenstand dieser Wissenschaften ist.

Verschiedene Künste hängen von der Chemie ab, und da sich die Kenntnisse in der Chemie täglich vervollkommnen, muss es mit den Künsten ebenso sein.

Die wahrhaft vornehme und erhabene Wissenschaft der Astronomie ist mehr als jede andere dazu angethan, den Blick zu weitern und den Verstand zu schärfen, aber daneben ist doch auch die Bekanntschaft mit ihr sehr wesentlich für die Praxis der Schiffahrt, einer Kunst, die für ein handeltreibendes Inselvolk von erster Bedeutung ist.

Die Optik, diese so wunderbare und in hohem Masse nützliche Wissenschaft, ein Lieblingstudium unseres unsterblichen Newton, hat erst kürzlich sehr wichtige Vervollkommnungen durch die Untersuchungen verschiedener Forscher erfahren.

Vorlesungen über Mechanik u. s. w.

Einleitung.

20. April 1818. Es wird allgemein anerkannt werden müssen, dass die Pflege mechanischer Wissenschaften gerade heutzutage von grundlegender Bedeutung ist. Die Landwirtschaft, die Künste und Gewerbe, sie alle sind in gleicher Weise an der Wissenschaft interessiert. Daraus geht hervor, dass es jedermanns Pflicht ist, sich mit den ersten Grundlagen dieser Wissenschaft bekannt zu machen; und zweifellos ist es Pflicht, und liegt im Interesse derjenigen, die selbst in mechanischen Werkstätten beschäftigt sind oder solche zu überwachen haben, sich mehr in's einzelne gehende Kenntnisse der Grundlagen zu verschaffen, entsprechend dem Zweige der Wissenschaft, welcher unmittelbar der Gegenstand ihrer Aufmerksamkeit ist.

Die Alten wussten wenig von der Mechanik als einer Wissenschaft. Galileo, der vor zweihundert Jahren lebte, kann als Vater der modernen Mechanik betrachtet werden. Seit jener Zeit haben sich viele berühmte Mathematiker verschiedener Länder in dieser Disciplin ausgezeichnet; die Namen der Newton, Leibnitz und der Bernoulli sind wohlbekannt als die origineller Forscher auf diesem Gebiet. Aber es wäre unbillig, nur wenige Namen zu nennen, wo so viele sich ehrenvolle Auszeichnung erworben haben. Beim Fortschreiten der Wissenschaft kam es zu einem Streit, der mit grosser Wärme, ja sogar mit Heftigkeit geführt wurde; und obwohl er nun schon mehr denn ein Jahrhundert dauert, so sind doch auch die zeitgenössischen Schriftsteller über Mechanik weit davon entfernt, über diesen Gegenstand einer Meinung zu sein. Es handelte sich hauptsächlich um die Messung der Kraft in bewegten Körpern. Die eine Partei behauptete, dass die Kraft eines bewegten Körpers direkt proportional seiner Geschwindigkeit sei, während die andere Partei daran festhielt, dass sich die Kraft proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit verhalte. Nach der ersteren hat ein Körper, der sich zweimal so schnell bewegt, die doppelte Kraft,

nach der anderen dagegen hat er viermal so viel Kraft. Der Streit ist offenbar von grosser Wichtigkeit für die Wissenschaft, da unsere Schätzung der Menge bewegender Kraft in den Körpern wesentlich beeinflusst werden muss, je nachdem wir die eine oder die andere Schlussfolgerung annehmen. [1])

Wir werden Gelegenheit haben, im zweiten Teile der Mechanik, oder in dem als Dynamik bezeichneten Zweige derselben, genauer auf diesen Gegenstand zurückzukommen; unterdes will ich bemerken, dass diejenigen, die sich über diese wichtige Frage belehren wollen, im 2. Bande (neue Reihe) der Denkschriften von Manchester eine ausgezeichnete Untersuchung „Über bewegende Kraft“ finden können, die ich für den besten Essay, der über diesen Gegenstand erschienen ist, halte, und die meiner Meinung nach für den Streit vollkommen entscheidend ist. [2]) Obgleich in der erwähnten Arbeit die Kraft bewegter Körper gleich dem Quadrat der Geschwindigkeit erklärt wird, so hat der Autor doch gezeigt, dass die Vertreter beider Richtungen nur Teile des Phänomens in Betracht gezogen haben, und dass sich daraus bis zu einem gewissen Grade die lange Dauer des Streites erklärt. Wenn Körper zusammenstossen, so findet in allen Fällen zweierlei statt, eine Änderung der Bewegung, und eine solche der Form. Die die erste Änderung betreffenden Umstände wurden immer genau beobachtet, die auf die letztere bezüglichen dagegen häufig genug übersehen; ja die Thatsache selbst wurde sogar aus der Annahme, dass die Körper, wie

---

[1]) Es handelt sich um den mehr als 60 Jahre dauernden Streit um die Frage: Ist als Mass für die Kraft die von Carthesius aufgestellte Quantität der Bewegung $m \times v$, oder die von Leibnitz ihr gegenübergestellte lebendige Kraft, (vis viva) $\frac{m \times v^2}{2}$ zu betrachten? Aufklärung brachte d'Alembert: $m \times v$ drückt das Mass der Kraft aus für eine gegebene Zeit, $\frac{m \times v^2}{2}$ das Mass der Kraft einer gegebenen Strecke. K.

[2]) Die Arbeit betitelt: On the Measure of Moving Force, ist vom Peter Ewart, dem Dalton „for the able exposition and excellent illustrations of the fundamental principles of mechanics“ den ersten Teil des 2. Bandes seines New Systems zueignete. K.

man sagte, absolut hart seien, geleugnet. Man kann aber nicht zugeben, dass eine solche Vorstellung aus Beobachtungen sich folgern lasse.

Ein anderer unglücklicher Umstand war die Annahme dass bewegende Kraft durch einen, eine bestimmte Zeit dauernden, Druck entstünde, während doch eher angenommen werden muss, dass sie auf einem durch einen bestimmten Raum wirkenden Druck beruht.

Aber wir wollen diesen Gegenstand gegenwärtig nicht weiter verfolgen.

Aus den vorangehenden Bemerkungen mag abgeleitet werden, dass unsere Systeme der Mechanik bis jetzt noch unfertig sind. Verschiedene Autoren unserer eigenen wie auch fremder Zunge haben Systeme zusammengestellt, die wichtige Grundsätze und wertvolle Erläuterungen enthalten, aber alle sind in Bezug auf einen hauptsächlichen Punkt mehr oder weniger fehlerhaft, nämlich in der Anwendung der bewegenden Kraft auf die verschiedenen Forderungen der praktischen Mechanik und ganz besonders auch in der Schätzung ihrer Menge oder Masse.

Ein guter Traktat über die Elemente der Mechanik ist demnach noch ein desideratum in der Wissenschaft.

V. Kapitel.

Briefe von und an DALTON.

Dr. T. C. HOPE[1]) an DALTON.

Werter Herr! Seitdem ich das Vergnügen hatte, mich mit Ihnen in Manchester zu unterhalten, habe ich recht viel über Ihre Spekulationen nachgedacht; und doch kann ich nicht sagen, dass ich heut mehr Neigung empfände, mich Ihnen anzuschliessen, als damals, obgleich mir das Ganze in seiner Genialität sehr wohlgefällt und manche der anscheinend schwerwiegenden Einwürfe mich jetzt weniger entscheidend dünken.

Ich machte folgenden Versuch, und bitte Sie, mir mitzuteilen, inwieweit Sie glauben, dass er mit Ihrer Theorie übereinstimmt.

Ich nahm 2 Flaschen von nahezu 12 ℥ Rauminhalt, füllte die eine mit Kohlensäuregas, die andere mit Wasserstoff und hielt die letztere umgekehrt und senkrecht über die erste. Ich verband beide durch ein mit Wasserstoff gefülltes, 4 Zoll langes, und $^1/_5$ bis $^1/_6$ Zoll weites Rohr.

In dieser Stellung beliess ich sie eine Stunde lang, indem ich annahm, dass, da jedes Gas eine Elastizität von 30 Zoll ☿ hatte, in dieser oder wahrscheinlich in einer viel kürzeren Zeit ein gegenseitiger Austausch der Hälfte des Inhalts stattfinden müsse, vorausgesetzt, dass Ihre Theorie richtig ist. Der Erfolg war, dass etwa $1^1/_2$ Unzen Kohlensäure in die Wasser-

[1]) Hope, Thomas Charles. Geb. 1766 — Edinburg — gest. 1844. Dr. med. Prof. der Chemie an der Universität Edinburg. K.

stoff enthaltende Flasche eingedrungen waren, was ich durch Absorption mit Kalkwasser feststellen konnte; und dass etwa die gleiche Menge Wasserstoff zur Kohlensäure hinabgestiegen war, was ebenfalls durch die Menge des unabsorbierten Restes, nach dem Schütteln mit Kalkwasser, nachgewiesen wurde.

Vorausgesetzt, eine Flasche wäre mit Sand gefüllt, und die atmosphärische Luft würde aus den Zwischenräumen mittelst einer Luftpumpe entfernt, und es würde alsdann eine Verbindung dieser Flasche und einer entweder mit Wasserstoff oder Kohlensäuregas gefüllten Flasche hergestellt, zweifeln Sie daran, dass in viel weniger als einer Stunde, dass in wenigen Sekunden das Gas seinen Weg zwischen den einzelnen Sandteilchen hindurch genommen haben würde, obgleich die Zwischenräume zwischen denselben unverhältnismässig kleiner als die zwischen denjenigen irgend eines Gases sein müssen?

In unserer letzten Unterredung erwähnten Sie, dass Sie festgestellt hätten, dass Wasser, wenn die Temperatur von 40° auf 32° sinkt, sich nicht ausdehnt. Würden Sie die Güte haben und mir die Daten mitteilen, auf welche Sie ihre Ansicht stützen?

Wollen Sie mir auch Ihre anderen so sehr interessanten Aufstellungen über den Wärmestoff, die Sie mir vorlasen, mitteilen?

Aus Henry's Abhandlung ersah ich, dass er geneigt ist, Ihre Meinung anzunehmen, dass elastische Fluida aus denselben Gründen absorbiert werden oder richtiger in Flüssigkeiten eindringen, aus denen sie sich mischen. Soll das auch auf solche Fälle angewendet werden, in welchen Wasser vielmals sein eigenes Volumen absorbiert?

Da ich im Verlaufe meiner Vorlesungen, die ich gerade begonnen habe, sehr bald Gelegenheit haben werde, über diese Gegenstände zu sprechen, so würde ich mich freuen, wenn Sie mich bald mit einem Antwortschreiben beehren würden. — Ich verbleibe, werter Herr, Ihr sehr gehorsamer Diener

Edinburg, 4. November 1803.

Thos. Chas. Hope.

Bemerkung.

Das von Hope gegen Dalton's Theorie der Gasgemenge vorgebrachte Argument ist von dem letzteren im New System, Bd. 1 p. 175—6 (Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 184—85) widerlegt worden. Der Gedanke, dass die Zwischenräume zwischen den Sandteilchen unverhältnismässig viel kleiner als die zwischen den Gasteilchen sein müssen, ist insofern interessant, als aus der Molekulartheorie der Gase man zu der Schätzung gelangt ist, dass 1 cm^3 Luft ungefähr 21 Trillionen Molekel enthält.

Im New System, p. 426, (Deutsche Ausgabe Bd. 2, S. 234) zeigt Dalton, dass die Absorption des Ammoniaks von dem Druck des Ammoniaks auf die Flüssigkeit ganz in der gleichen Weise abhängt, wie die Absorption irgend eines Gases von dem Druck dieses Gases auf die Flüssigkeit.

Dr. T. C. Hope an Dalton.

Werter Herr! Ich habe mir alle die Zeit, die Sie mir gönnten, bevor Sie eine Antwort auf Ihren sehr angenehmen Brief vom 8. November von mir erwarten wollten, zu nutze gemacht. Während der Zeit hatte ich Gelegenheit, Ihre verschiedenen Abhandlungen in den Denkschriften von Manchester durchzugehen und mir dieselben reiflich zu überlegen. Ihre Genialität hat mir sehr gefallen, und einige der allgemeinen Grundsätze, die Sie aufgestellt haben, haben mich entzückt.

Immerhin kann ich nicht sagen, dass ich mit Ihnen in
In dieser Stellung beliess ich [illegible] timme, und die Zusammensetzung der
ich annahm, dass, da jedes Gas eine Elast[illegible] Hypothesen, die ich nicht
hatte, in dieser oder wahrscheinlich in einer vie[illegible] die Versuche, über
ein gegenseitiger Austausch der Hälfte des Inh[illegible] ht, ähnlich dem
finden müsse, vorausgesetzt, dass Ihre Theorie richtig ist. [illegible] unterbreitet Der
Erfolg war, dass etwa $1^1/_2$ Unzen Kohlensäure in die Wasser-

[1]) Hope, Thomas Charles. Geb. 1766 — Edinburg — gest. 1844. Dr. med. Prof. der Chemie an der Universität Edinburg. K.

auftreten, nicht von denen bei anderen Gasen abweichen. Bei den ersteren ist die Einwirkung zweifellos eine chemische, und das begünstigt die Annahme, dass sie auch bei den anderen ähnlicher Natur sein mag. Ich gestehe aber, dass ich Schwierigkeiten habe, wenn ich dies auf den Fall von Sauerstoff und Wasserstoff, was Sie, wie ich annehme, in derselben Weise versucht haben, anwenden soll; denn wenn hier chemische Einwirkung vorläge, so müsste Kondensation und Entstehung von Wasser eintreten.

Der Grund, den Sie für das langsame Sichdurchdringen der beiden Gase anführen, ist, meiner Auffassung nach, der schwerwiegendste Einwurf gegen die ganze Theorie. Sie schreiben es dem Einfluss der Atmosphäre von Wärmestoff, welche die Partikel der verschiedenen Gase umhüllt, zu. Diese Atmosphäre ist, wenn ich recht verstehe, die eigentliche Ursache der Elastizität und des Abgestossen werdens der Partikel des Gases untereinander. Nun kann ich nicht begreifen, dass diese Atmosphäre, wenn sie eine Partikel Sauerstoff umgiebt, die Atmosphäre um eine andere Partikel Sauerstoff abstossen, dagegen die um eine Partikel Stickstoff, Wasserstoff oder irgend eines anderen Gases, nicht abstossen soll.

Mit grosser Ungeduld erwarte ich die Aufstellung des allgemeinen Expansionsgesetzes der Flüssigkeiten, das Sie mir ankündigen. Ich bilde mir übrigens ein, dass Sie beim Wasser, seiner eigentümlichen Zusammensetzung wegen, eine Ausnahme machen müssen. Auf Grund der interessanten Versuche, auf welche Sie, als ich das Vergnügen hatte, mit Ihnen zu plaudern, anspielten, und auf Grund der Differenzen, die, wie Sie bemerken, je nach dem Material des Apparates, in dem Volumen dieser Flüssigkeit anscheinend zu Tage treten, werden Sie vielleicht denken, ich machte zu Gunsten des Wassers eine Ausnahme zu der es nicht berechtigt ist. Und in der That berichtete mir Hr. HUTCHINSON gestern kurz über Ihre jüngste Mitteilung, die, seinem Berichte nach denselben Stempel der Genialität zu tragen scheint, der so deutlich Ihre früheren Arbeiten charakterisiert. Als ich mich auf die Vorlesung über die in den Flüssigkeitspartikeln her-

vorgebrachte Bewegung vorbereitete, sah ich voraus, dass durch Ihr Leugnen der angenommenen Eigentümlichkeit eine ganze Menge wohldurchdachter Überlegungen, die sich auf die Wichtigkeit derselben für den Haushalt der Natur u. s. w. beziehen, wieder heftig in's Schwanken geraten würden. Deshalb war ich entschlossen, mir durch das Anstellen eines Versuchs Aufklärung zu verschaffen, der aber in einer Weise unternommen werden sollte, dass jeder Einwurf, der sich auf einen Einfluss des Gefässes stützte, ausgeschlossen blieb. Ich stellte den Versuch an und überzeugte mich, dass das vermutete Gesetz wirklich und exakt gilt. Ich hoffe, Sie werden es mir verzeihen, wenn ich in meinen Vorlesungen die Gründe angeführt habe, aus denen Sie es ablehnen, da ich dieselben mit der Achtung vorgebracht habe, die ich allen Ihren Spekulationen zolle. Ihre Bemerkungen schienen mir eine gewichtige Einleitung zu dem Bericht über meine eigenen Versuche.

Mein Versuch wird folgendermassen angestellt: Nimm ein hohes Gefäss, das ganz mit eiskaltem Wasser gefüllt ist, und bringe ein Thermometer nahe dem Boden und eines nahe der Oberfläche an, und stelle das Ganze in einen warmen Raum. Am Boden nimmt die Temperatur schleunigst zu und steigt schnell auf $39\frac{1}{2}^0$, dann gleicht sich der obere Teil aus und nimmt dann am schnellsten zu. Fülle dasselbe Gefäss mit Wasser von 50^0, und umgieb es mit Wasser von 32^0 oder mit Eis und Wasser. Die unterste Schicht kühlt sich am raschesten bis auf 40^0 ab, dann stellt sich Gleichgewicht ein, und unter 40^0 kühlt sich die obere Schicht am schnellsten ab. Nimm ein hohes Gefäss mit Wasser von 50^0, umgieb ein paar Zoll der oberen Schicht (durch einen passenden Kunstgriff) mit einer Kältemischung. Dann kühlt sich der Boden schleunigst bis auf 40^0 oder $39\frac{1}{2}^0$ ab und bleibt eine zeitlang unverändert, während der obere Teil schnell auf 32^0 sinkt und gefriert.

Nimm ein hohes Gefäss mit Wasser von 40^0, und stelle es ein paar Zoll tief in eine Kältemischung; der obere Teil erkaltet zuerst sehr schnell, dann etwa in gleicher Weise wie der Boden, bis auf 32^0, worauf Erstarrung an den Glaswänden stattfindet. Hr. HUTCHINSON war Augenzeuge bei

einem der Versuche. Ich weiss nicht, ob dieselben für Sie in gleicher Weise entscheidend sein werden, als sie es für mich sind.

Ich habe die verschiedenen öffentlichen und Privatbibliotheken nach GREN durchsucht, aber vergeblich. Lord GLENLEE besitzt ein Exemplar, aber unglücklicherweise ist es 60 Meilen weit weg; wenn Sie die Information, die Sie wünschen, sonst nicht erhalten können . . .

Dr. T. C. HOPE an DALTON.

Werter Herr! Mehr als ein Monat ist dahingegangen, seit ich Ihnen schrieb, aber mein Brief wurde aus unglaublicher Nachlässigkeit niemals zur Post gebracht.

Solange ich in London war, wollte ich Ihre Arbeiten, die Sie unaufhörlich beschäftigen mussten, nicht durch die Wiederaufnahme unserer Polemik unterbrechen.

Seitdem ich von Ihnen hörte, habe ich meine Versuche vervielfacht und variiert und erhielt dabei so übereinstimmende Resultate, dass ich es, trotz Ihrer freundschaftlichen Warnung, wagte, die Einzelheiten derselben vor der Royal Society unserer Stadt zu lesen. Meine Absicht war, nachzuweisen, dass die vorausgesetzte Eigentümlichkeit in der Zusammensetzung des Wassers bezüglich des Einflusses der Wärme auf sein Volumen thatsächlich vorhanden ist, und es erscheint mir deshalb sehr befremdlich, dass diejenige Flüssigkeit, die ihr allgemeines Ausdehnungsgesetz veranlasst hat, eine Ausnahme davon bilden soll.

Da ich glaube, dass Sie den Schluss, die allgemeine Meinung sei eine irrige, nicht übereilt gezogen haben, und dass Sie an der Hand wohl überlegter Versuche vorgegangen sind, so bin ich sehr gespannt darauf, die Einzelheiten zu vernehmen, die für Ihre Ansicht entscheidend waren. Die allgemeinen Grundzüge derselben teilte mir Hr. HUTCHINSON mit.

Werden sie bald veröffentlicht werden, oder kann ich dieselben vielleicht irgendwie zur Einsichtnahme bekommen?

Ich werde zu dieser Bitte hauptsächlich deshalb gedrängt, weil ich mich wahrscheinlich mit der Drucklegung meiner Arbeit

nach Ihnen richten werde. Wenn Sie veröffentlichen, sehe ich mich bei dem grossen Gewicht, das Ihnen Ihr wohlverdienter Ruf in der wissenschaftlichen Welt verleiht, veranlasst, eine Wahrheit, die ich gefunden zu haben glaube, zu verteidigen. Wollen Sie Ihre Versuche der Öffentlichkeit nicht mitteilen, so mögen auch die meinen unbekannt bleiben, da sie ja nur eine Thatsache bestätigen wollen, an der gegenwärtig im allgemeinen nicht gezweifelt wird.

Mangel an Zeit hindert mich jetzt, irgend etwas über die anderen Punkte, in denen wir von einander abweichen, zu sagen. Diejenigen rein spekulativer Natur werden der Erörterung einen grossen Spielraum gewähren; bei Thatsachen, die leicht durch das Experiment zu prüfen sind, können wir nicht lange uneinig bleiben.

Ihnen weiteren Erfolg bei Ihren Untersuchungen wünschend, bin ich, werter Herr, Ihr sehr gehorsamer Diener

Edinburg, 29. März 1804.

Tho. Chas. Hope.

Dr. T. C. Hope an Dalton.

9. August 1804.

Werter Herr! Unbeirrt durch die Warnung, die Sie mir zu Teil werden liessen, habe ich mich doch entschlossen, meine Ansichten über die Zusammenziehung des Wassers durch die Wärme drucken zu lassen. Da Sie mir gestatteten, Ihre Gedanken und die wunderbaren Versuche, auf welche Sie Ihre der allgemeinen entgegengesetzte Meinung gründen, als den Umstand zu kennzeichnen, welcher meine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand lenkte, hoffe ich, die Grenzen dieser Erlaubnis nicht überschritten zu haben, wenn ich den beiliegenden Abschnitt in meine Arbeit aufnahm. In wenigen Tagen hoffe ich in der Lage zu sein, Ihnen die Arbeit selbst zu übersenden und werde dann sehr gespannt sein, von Ihnen zu hören, ob meine Versuche auf Sie einigen Eindruck gemacht haben oder nicht. Ich darf

Sie wohl bitten, die an unseren Freund gerichtete Notiz demselben zuzustellen. —

Ich bin, werter Herr, Ihr gehorsamer Diener

THO. CHAS. HOPE.

Bemerkung.

DALTON's Ansichten über die Temperatur des Wassers von grösster Dichte werden vollkommen im New System [1]) p. 22—35, (Deutsche Ausgabe, Bd. 1, S. 29—43) auseinandergesetzt. Die Versuche, auf welche HOPE sich beruft wurden im Anfang des Jahres 1803 ausgeführt. [1])

DALTON nahm an, dass, wenn eine Flüssigkeit in einem Gefäss erhitzt wird, es anscheinend einen Punkt grösster Dichte geben müsse, weil sich das Gefäss in gleichen Temperaturintervallen gleichmässig, die Flüssigkeit dagegen mit zunehmender Temperatur schneller ausdehnt (nach seinen Ansichten im Verhältnis des Quadrates der Temperatur oberhalb der der grössten Dichte). Demnach wird, wenn die absolute Ausdehnung der Flüssigkeit bei irgend einer Temperatur geringer ist als die des Gefässes, eine scheinbare Zusammenziehung eintreten, während, wenn die Temperatur steigt, die Ausdehnung der Flüssigkeit diejenige des Gefässes erreichen und endlich übertreffen wird.

Aus der Beobachtung der scheinbaren Temperatur der grössten Dichte in Gefässen aus verschiedenem Material, unter Berücksichtigung der vorher bestimmten Ausdehnung dieser Materialien, kann natürlich die wirkliche Temperatur der grössten Dichte berechnet werden, und DALTON scheint aus seinen ersten Versuchen gefolgert zu haben, dass diese wirkliche Temperatur der Gefrierpunkt sei, da die berechneten und beobachteten scheinbaren Temperaturen recht gut übereinstimmten, wie weiter unten, im besondern beim Blei, gezeigt wird.

[Notizbuch 1. p. 177.] 20. Mai 1803:

„N.B. Wasser dehnt sich um $^1/_{23}$ aus vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt, in Glas geprüft.

---

[1]) Experiments and Observations upon the Contraction of Water

Glas soll dabei $^{1}_{.164}$ sein = 42°.[1])

Blei ist nach SMEATON[2]) $^{1}_{.116}$, das giebt 50° für den festen Punkt."

[1. p. 186]. „29. Juni 1803: Grosses Bleigefäss (Kältemischung):

45° = 160
46° = 150
48°+ = 130
49½° = 127
50½° = 126
51½° = 127
53° = 130
53½° = 135

Es scheint, als wenn 50½° der niedrigste Punkt des Bleis ist."

HOPE machte sich bei seinem berühmten Versuch unabhängig von der Ausdehnung des Gefässes, und wir sehen, dass DALTON ein Dichtemaximum oberhalb des Gefrierpunktes im New System zugiebt. Seine eigenen Versuche liessen es ihn immerhin, wie dort angegeben ist, auf 36° anstatt auf 39.5° verlegen, bei welcher Temperatur es von HOPE gefunden war. Das Mittel aus den genauesten derzeitigen Bestimmungen ist 39.27° F. (4.04° C.).

Dr. T. C. HOPE an DALTON.

Werter Herr! Ich werde mich sehr freuen, Sie hier in Edinburg zu sehen, und Ihren Plan, einen kleinen Kursus von Vorlesungen zu halten, soweit in meinen Kräften steht, fördern.

Immerhin vermag ich Ihnen, wenn ich ehrlich sein will, die Wahrscheinlichkeit eines zahlreichen Besuches nicht zu versprechen. Die Zahl der Studenten, die auf so schwierige

---

by Heat at Low Temperatures. Read. 9. I. 1804. Edinb. Roy. Soc. Trans. Vol. 5. 1805. p. 379. K.

[1]) 42° soll die Temperatur der grössten Dichte angeben. Vgl. Schluss dieser Bemerkung. K.

[2]) Smeaton, John. Geb. 1724 — Austrope bei Leeds — gest. 1792. Civil-Ingenieur. K.

Erörterungen, wie Ihre Spekulationen es sind, eingehen, ist keineswegs gross, und ausserhalb der Universität giebt es nicht allzuviele Männer, die mit derlei Dingen genügend vertraut sind, um ein tieferes Interesse an ihnen zu nehmen. Ich teile Ihnen dies nicht mit, um Ihrem Plane ein Hindernis entgegen zu stellen, sondern um Sie vorzubereiten, mit einer mässigen Anzahl von Hörern zufrieden zu sein.

Falls Sie Ihren Plan ausführen, so ist es um so besser, je früher Sie nach Edinburg kommen, weil nach dem Anfang April die Studenten zu verschwinden beginnen.[1])

Ich bin, mein Herr, Ihr sehr gehorsamer Diener

Edinburg, 6. März 1807.

THO. CHAS. HOPE.

T. THOMSON[2]) an DALTON.

Werter Herr! Ich habe Ihren Brief richtig erhalten und denke, dass die Reihe von Vorlesungen, die Sie hier zu halten vorhaben, allen wahren Freunden der theoretischen Chemie in hohem Masse angenehm sein wird. Unmöglich aber ist es, den Grad des Erfolges, den Sie hier zu verzeichnen haben werden, vorauszusagen. Das wird einigermassen von den Bemühungen Ihrer Freunde abhängen.

Soviel in meinen Kräften steht, werde ich thun, Ihren Erfolg zu sichern, sowohl durch Erwähnen Ihres Planes in meinen Vorlesungen als durch persönliches Empfehlen desselben bei meinen Freunden. Wenn Sie irgend etwas bedürfen, was ich Ihnen verschaffen kann, so bitte ich Sie, es geradeaus zu fordern. Ich weiss nicht, welchen Ort Sie für Ihre Vorlesungen wählen werden, aber wenn Sie noch keinen haben, und wenn mein Klassenraum Ihren Ansprüchen genügt, so will ich Ihnen denselben mit vielem Vergnügen zur Ver-

[1]) Die Vorlesungen kamen zu stande und waren so gut besucht, dass sie Dalton wiederholen musste. März und April 1807. Dalton war darüber so erfreut, dass er den 1808 erschienenen 1. Teil des New System auch den Hörern dieser Vorlesungen widmete. K.

[2]) Thomson, Thomas. Geb. 1773 Crieff, Perhshire, gest. 1852 Kilmun, Argyleshire. Arzt. Prof. d. Chemie a. d. Univesität Glasgow. K.

fügung stellen. In meiner bisher noch nicht veröffentlichten neuen Auflage habe ich eine detaillierte Mitteilung über Ihre Atomtheorie gemacht, aber es ist leicht möglich, dass sie in manchen Einzelheiten von Ihren Schlüssen abweicht.

Vielleicht wäre es der Mühe wert, wenn Sie sich selbst und mit Ihren Freunden überlegten, ob es nicht besser sei, Ihre Vorlesungen etwa auf 12 auszudehnen und eine Guinee statt einer halben zu fordern. Sie würden dann in der Lage sein, Ihrem Thema voll gerecht zu werden, und der Verdienst würde der gleiche bleiben. — Ich bin, werter Herr, Ihr aufrichtiger

Edinburg, 8. März 1807.

THOMAS THOMSON.

Ich hoffe, dass Herrn WILLIAM HENRY [1]), den wir das Vergnügen hatten, vor einiger Zeit hier zu sehen, die Winterreise nicht schlecht bekommen ist. Aus Edinburg kann ich Ihnen nur wenige chemische Neuigkeiten mitteilen, aber wenn Sie herkommen, werden Sie ja sehen, was wir treiben. Hrn. HENRY danke ich für die Überlassung seiner Arbeit über Blasensteine, die ich bisher noch nicht wieder zurückgestellt habe, weil ich in einigen Wochen an diesem Teil meiner neuen Auflage angelangt sein werde und sie dazu noch behalten möchte. Ich habe von ihm auch ein Stück Zinkdraht erhalten, das ihm, ich weiss nicht von wem, zugesandt wurde. Darf ich Sie bitten, ihn meiner Hochachtung zu versichern und ihn wissen zu lassen, dass ich diese Sachen erhalten habe, und ihm für seine Aufmerksamkeit sehr verbunden bin.

W. ALLEN [2]) F. R. S. an DALTON.

London am 7. des 2ten Monats 1809.

Hochgeachteter Freund! Ich habe Deinen interessanten

---

[1]) Henry, William. Geb. 1775 Manchester, gest. 1836 in Pendleton bei Manchester. Dr. med. und Besitzer chemischer Fabriken. Verfasser des Life of Dalton. K.

[2]) Allen, William. Geb. 1770 (1776) London, gest. 1743 Lindfield

Brief erhalten, und, um mit dem Anfang zu beginnen, so ist der gegenwärtige Preis des Quecksilbers 5 Sh. 4 p. Mit Bezug auf Deinen Versuch, in welchem Du nur 4—5% Kohlensäure in der ausgeatmeten Luft gefunden hast, wirst Du aus unserer Arbeit ersehen, dass wir 5% in derjenigen gefunden haben, die vom Mund in das Eudiometer geblasen wurde. Dabei ist aber zu bemerken, dass in diesem Falle die Luft, die aus den Lungenbläschen kommt, sich mit der Luft im Schlund und im Munde, die niemals in jenes Organ eingedrungen ist, mischt, deshalb besteht ja ein so grosser Unterschied zwischen einem kurzen und einem tiefen Atemzug. Die Angelegenheit mit dem Wasserdampf bleibt unserer nächsten Mitteilung vorbehalten. Wir haben den Namen CRAWFORD's nicht absichtlich weggelassen, werden aber wahrscheinlich Gelegenheit haben, ihn in unserer folgenden Mitteilung über das gleiche Thema zu nennen. Weitere Versuche über die Absorption durch Kohle, als die in den Verhandlungen besprochenen, haben wir nicht gemacht, weil sie uns den aus ihnen gezogenen Schluss, völlig zu Gewähr leisten scheinen.

Von unserem Eudiometer können wir nur sagen, dass die mit ihm erhaltenen Resultate vorzüglich übereinstimmen, und dass es sich mit weniger Schwierigkeiten handhaben lässt als irgend ein anderes. Wir begreifen, dass man aus verschiedenen Gründen gewichtige Einwände gegen den Gebrauch des Salpetergases erheben kann, zunächst weil es sehr leicht durch eine Beimengung von Stickstoff und oxydiertem Stickgas verunreinigt sein kann, und zweitens weil es sehr lästig sein würde, das Salpetergas daraufhin prüfen zu müssen. Bei unserer Methode aber wissen wir ja, dass das grüne Sulfat keinen Stickstoff aufnimmt; infolgedessen fällt diese Fehlerquelle fort, und das der zu prüfenden Luft etwa beigemischte Salpetergas wird unverzüglich von einer einfache Lösung des grünen Sulfats aufgenommen.

Ich liege jetzt auf der Lauer nach ATTWOOD [1]) „Über die

Sussex. Wohlhabender Privatmann, war, wie auch Dalton, Quäker, daher die Anrede mit Du. K.

[1]) Es ist wohl die Arbeit Attwood's, in der die Fallmaschine be-

Bewegung“, aber der ist sehr selten und nur durch einen Glücksfall aufzulesen.

Davy glaubt nachgewiesen zu haben, dass der Stickstoff eine Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff ist, denn, als er eine beträchtliche Menge von gasförmigen Ammonium durch Kalium absorbieren liess, bekam er aus demselben kaum etwas anderes als Wasserstoff; dazu wurde eine erhebliche Menge Pottasche gefunden. Einige dieser letzten Versuche haben ihn veranlasst, zu untersuchen, ob nicht Sauerstoff und Wasserstoff aus einer eigentümlichen Verbindung des Wassers mit dem elektrischen Fluidum bestünden; wenn dies festgestellt werden könnte, so wäre das Fundament der Lavoisier'schen Theorie umgeworfen.

Empfehle mich freundlichst Henry und erzähle ihm, dass ich fest entschlossen bin, seiner Wahl beizuwohnen, und dass ich meine Kugel für ihn einwerfen werde, obgleich er es sonst nicht nötig haben wird, sondern es nur als ein Zeichen meiner Freundschaft betrachten soll.

Ich hoffe, wenn es Dir möglich ist, bald von Dir zu hören, und verbleibe Dein getreuer

W. Allen.

Bemerkung.

Die Arbeiten, auf welche Allen in seinem Brief Bezug nimmt, sind 1. „Über die Änderungen, die atmosphärische Luft und Sauerstoffgas durch die Atmung erleiden“ von Allen und Pepys (Phil. Trans. 1808 p. 249), und 2. „Über die Atmung“ von Allen und Pepys (Phil. Trans. 1809 p. 404).

Der Sauerstoff in der ausgeatmeten Luft wurde bestimmt, indem man dieselbe zuerst mit einer Lösung von Stickoxyd in grünem Vitriol und dann mit einer reinen Lösung von grünem Vitriol behandelte, ein von Davy vorgeschlagenes Verfahren. Da das mittelst Kupfer aus der Salpetersäure hergestellte Stickoxyd immer Stickstoff und Stickoxydul enthält, so war das Verfahren zweifellos ein Fortschritt gegenüber dem älteren.

Davys Versuche über Ammoniak finden sich in der

[illegible] „On the rectilinear motion and rotation of bodies“ von 1784

Baker-Vorlesung für 1808 und einem am 2. Februar 1809 gelesenen Nachtrag (Phil. Trans. 1809 p. 39 und p. 450).

Die Versuche mit Kohle stehen in einer Arbeit „Über die Menge der Kohle in der Kohlensäure u. s. w." von Allen und Pepys. (Phil. Trans. 1807 p. 267).

T. Thomson an Dalton.

Edinburg, 13. November 1809.

Werter Herr! Schon seit einiger Zeit warte ich auf den 2. Teil Ihres chemischen Werkes, da die Zeit, auf welche Sie seine Veröffentlichung versprochen haben, längst abgelaufen ist. Ich hoffe, dass Ihnen nichts in den Weg gekommen ist, was Sie abhielt, Ihren wichtigen Plan zur Ausführung zu bringen. Sie müssen wegen der Sonderart Ihres Themas nicht einen sehr schnellen Absatz erwarten, und Sie werden, hoffe ich, nicht enttäuscht sein, wenn das Buch nur langsam abgehen sollte, denn nur diejenigen, die schon in der Wissenschaft fortgeschrittener sind, werden für Ihre Spekulationen ein Interesse haben.

Heute schreibe ich Ihnen, um Ihnen einige Mitteilungen bezüglich Ihrer Atomtheorie zugehen zu lassen, die, wie ich hoffe, für Ihren zweiten Band noch nicht zu spät kommen werden. Berthollet hat dieselbe in der Einleitung zur französischen Übersetzung meines System of Chemistry heftig angegriffen. Ich habe das Buch nicht gesehen und kann Ihnen daher nichts über seine Argumente mitteilen.[1]) Aber in dem

[1]) Der Einwand von Berthollet gegen Dalton's Theorie stützt sich im wesentlichen darauf, dass man keinen Unterschied machen könne zwischen Lösung und Verbindung: „Die eine wie die andere sind der Ausdruck der gleichen chemischen Thätigkeit; sie sind ein Ergebnis der Affinität, indem man nur einen Unterschied in dem Grade der Energie wahrnehmen kann." Jedoch muss nach Berthollet zugegeben werden, dass es eine Reihe von chemischen Verbindungen giebt, die in ihren Verhältnissen konstant sind, und die man nur in ganz bestimmten Verhältnissen darstellen kann. Und an diesen solle man die Dalton'sche Hypothese prüfen. Système de Chimie de M. Th. Thomson. Traduit de l'Anglais par M. J. Riffault précédé d'une Introduction de M. C. L. Berthollet. T. 1. Paris, Bernard, 1809, p. 20—26. K.

2. Band der Mémoires d' Arcueil, welche Hr. CHENEVIX mit herübergebracht hat, und von dem ich mir ein Exemplar verschafft habe, sind verschiedene Abhandlungen, von denen ich wünschte, dass Sie sie sähen. BERTHOLLET hat Ihre Versuche über die spontane Mischung verschiedener Gase wiederholt. Seine Apparate waren den Ihren sehr ähnlich, aber sie waren noch vervollkommnet. Die Gase erschienen nach 24 Stunden immer gleichartig gemischt, wenn eines von ihnen Wasserstoff war (etwa Wasserstoff und Kohlensäure, Wasserstoff und Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff), aber andere Gase mischten sich in der gleichen Zeit nicht vollkommen (so Luft und Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure, Sauerstoff und Kohlensäure). Luft und Kohlensäure mischten sich selbst in siebzehn Tagen nicht vollständig; in der obersten Kugel waren 42 Kohlensäure, in der untersten 50. Diese Versuche widersprechen bis zu einem gewissen Grade Ihren Ansichten über die Gase. In einer anderen Abhandlung leugnet BERTHOLLET, dass es überhaupt so ein Gas wie Ihr kohlehaltiges Wasserstoffgas giebt. Ich habe das Sumpfgas, das ich für das einzige bekannte kohlehaltige Wasserstoffgas halte, nie untersucht; aber ich werde es sicherlich im nächsten Sommer thun. Sie haben es gethan, und auf Ihre Autorität habe ich mich verlassen und hoffe zuversichtlich, dass ich Ihre Ansicht bestätigt finde. Jedes von mir untersuchte, von Tieren, vegetabilischen Substanzen, oder aus Salzen stammende Gas — und ich habe deren sehr viele untersucht — enthielt Sauerstoff, so dass ich nach meinen eigenen Erfahrungen BERTHOLLET nicht widersprechen kann. Dr. HENRY's Versuche ergaben den meinen ähnliche Resultate, ausgenommen, dass seine Ansicht über die Anwesenheit von reinem Wasserstoff in einigen seiner Gase wenig wahrscheinlich ist. BERTHOLLET giebt die Genauigkeit der von Dr. WOLLASTON und mir zur Unterstützung Ihrer Theorie ausgeführten Versuche zu, aber er sagt, sie dürfte nicht auf die Schwefelverbindungen angewendet werden. Er citiert meine Analysen der Schwefelverbindungen des Kaliums und giebt verschiedene eigene ähnlicher Art an. Meine Versuche waren sorgfältig ausgeführt, aber die Resultate

führten zu negativen Schlüssen, weil ich von falschen Daten bei der Schwefelverbindung der Baryterde ausgegangen bin. Die wichtigste Abhandlung über Ihre Atomtheorie ist von Gay Lussac. Er ist derselben im ganzen günstig, und man erkennt unschwer, dass er sie eigentlich annimmt, und nur Rücksicht auf Berthollet ihn veranlasst, sich vorsichtig auszudrücken. Seine Arbeit handelt von der Vereinigung der Gase. Er findet, dass sie sich alle nach gleichen Volumen vereinigen, oder zwei Volume des einen mit einem Volumen des anderen, oder drei Volume des einen mit einem des anderen. Folgendes sind seine Ergebnisse:

		Volumen	Volumen
Ammonium	best. aus	100 Stickstoff	300 Wasserstoff
Schwefelsäure	„ „	100 schwefl. Säure	50 Sauerstoff
Salzs. Ammonium	„ „	100 Ammonium u.	100 Salzsäuregas
Kohlens. Ammonium	„ „	100 „	100 Kohlensäure
Nicht völlig mit Kohlensäure ges. Ammonium	„ „	100 „	50 „
Fluss-boraxsaures Ammonium	„ „	100 „	100 Flussboraxsäuregas
Fluss-boraxsaures Ammon. mit Überschuss der Basis	„ „	100 „	50 „
Wasser	„ „	100 Wasserstoff	50 Sauerstoff
Oxydiertes Stickgas	„ „	100 Stickstoff	50 Sauerstoff
Salpetergas	„ „	100 „	100 „
Salpetersäure	„ „	100 „	200 „
Salpetrichte Säure	„ „	300 Salpetergas	100 „
Salpetersäure	„ „	200 „	100 „
Oxydierte Salzsäure	„ „	300 Salzsäuregas	100 „
Kohlensäure	„ „	100 Kohlenoxyd	50 „
100 Kohlenoxyd	„ „		50 „

Mit einzelnen dieser Resultate bin ich ihm zuvorgekommen, wie man aus der dritten Auflage meines Systems ersieht. Er sagt, Ihre Versuche mit dem Salpetergas-Eudiometer seien ungenau. Sauerstoff verbindet sich entweder mit dem 2fachen oder dem 3fachen seines Volumens Salpetergas. Nach seiner Methode wird eine genügende Menge Salpetergas in einem

grossen Gefäss hinzugefügt, geschüttelt wird nicht: 1/4 der Abnahme kömmt auf den Sauerstoff. Dies sind die wichtigsten auf die Gase bezüglichen Thatsachen, die in dem Bande, von dem ich sprach, enthalten sind. Ich hielt es für richtig, Sie davon zu unterrichten, damit Sie diese Versuche wiederholen, und sie in ihrem nächsten Bande entweder bestätigen, oder widerlegen. Ich werde sie wiederholen, wenn ich mehr Musse habe, was jetzt nicht der Fall ist. Dann ist noch eine Abhandlung von Humboldt über das Atmen der Fische da, in welcher er findet, dass nicht nur das Sauerstoffgas, sondern auch ein Teil des Stickstoffs im Wasser verschwindet. Im Wasser der Seine wurden 0.075 Gas gefunden, dies Gas enthielt 31% Sauerstoff, und die übrig bleibenden 69% waren Stickstoff. Das ist auch ein anderes Verhältnis, als Sie es gefunden haben.

Gay Lussac hat in einer Abhandlung gezeigt, dass die Menge Säure, die sich mit einem Metalloxyd verbindet, stets der Menge Sauerstoff, die es enthält, proportional ist, so dass, wenn von zwei Oxyden a und b das erste ein, und das zweite zwei Sauerstoff enthält, b sich mit doppelt soviel Säure verbindet wie a. Wenn sich diese Regel bestätigt, so bietet sie uns ein sehr einfaches Mittel, die Zusammensetzung der Metallsalze festzustellen.

Die in der obigen Tafel erwähnte Flussboraxsäure wird erhalten durch Erhitzen von flusssaurer Kalkerde mit Boraxsäure. Es ist eine Verbindung von Borax- und Flusssäure. Von Davy und von Gay Lussac und Thénard ist nachgewiesen worden, dass Salzsäuregas mindestens 1/4 des für seinen Gaszustand nötigen Wassers enthält.

Ich bitte Sie Hrn. Dr. Henry meiner grössten Hochachtung zu versichern. Ich habe mich nach seiner Abhandlung über Kochsalz in den Zeitschriften umgesehen, aber bisher scheint sie noch nicht erschienen zu sein. Ich sende Ihnen zwei Abdrücke einer Arbeit von mir, die schon vor Monaten gedruckt wurde, die ich aber bis vor wenigen Tagen verlegt hatte. Ich bin, werter Herr, Ihr getreuer

Thomas Thomson.

H. Davy an Dalton.

Mein werter Herr! Ich würde Ihnen dankbar sein, wenn Sie mir mitteilen wollten, auf welche Weise Sie phosphorhaltiges Wasserstoffgas vom Gewicht 25 Gran, die 100 Kubikzoll, machen, da ich das Gas gern untersuchen möchte.

Es hat mich überrascht, dass Sie in meiner Arbeit die Bestimmung des Wassers in der Pottasche nicht gelesen haben, ich setze es zu 16% an, aber dies Wasser kommt in der durch Verbrennung des Kaliums hergestellten Pottasche nicht vor. Vergleichen Sie den Schluss des ersten Abschnittes.

Ich habe nichts gegen die Theorie, dass die Metalloxyde und Erden Verbindungen von Wasser mit unbekannten Basen sind, aber dann muss geschmolzene Pottasche 2 Wasser enthalten. Ob die Metalle der Alkalien zusammengesetzte oder einfache Körper sind, das ist meiner Ansicht nach bedeutungslos für die Entdeckung, dagegen von grosser Wichtigkeit für die Theorie und in allen meinen Arbeiten habe ich beide Ansichten vertreten. Aber die Ansicht der Franzosen ist absurd; sie nehmen an, dass Pottasche eine Verbindung von Wasser mit etwas, was nicht wasserfrei erhalten werden kann, sei, und doch nennen sie Kalium eine Verbindung der Pottasche (die sie wieder für eine Verbindung des Wassers halten) mit Wasserstoff. Sicherlich kann es eine Verbindung einer unbekannten alkalischen Basis mit Wasserstoff sein.

Sie fragen mich, was aus dem Wasser im galvanischen Prozess wird. Es wird zersetzt, und der Wasserstoff wird immer an der negativen Platte frei, wenn die Batterie in starker Thätigkeit ist.

Wenn geschmolzene Pottasche über Eisendrehspähne geleitet wird, trennt sich das Wasser der Pottasche vom Alkali, und Ströme von Wasserstoff treten auf, die das Kalium in Lösung halten.

Es würde mir leid thun, wenn Sie in ihrem im Entstehen begriffenen Systeme eine Hypothese aufnehmen sollten, welche am Ende auf die alkalischen Metalle nicht anwendbar wäre.

Ich werde es Sie wissen lassen, wenn die Geschäftsführer Ihre Rechnung abschliessen können.

Ich muss jetzt der Ansicht von der Möglichkeit der Überführung von Ammonium in Sauerstoff und Wasserstoff einen Versuch entgegenhalten, über den ich nicht hinweg kann.

Ich bin, mein werter Herr, mit aller Hochachtung Ihr treu ergebener

H. Davy.

Freitag 25. Mai 1810.

Bemerkung.

Die hier erwähnte Arbeit ist die Baker-Vorlesung für 1809, gelesen 16. November 1809 und veröffentlicht in den Phil. Trans. für 1810. p. 16.

In dem im November 1810 veröffentlichten 2. Teile des New System macht Dalton zwei verschiedene Mitteilungen über Kalium und Natrium. In dem im ersten Abschnitte des Bandes p. 260 und 262 (Deutsche Ausgabe Bd. 2. S. 48 und 50) werden sie als Metalle betrachtet, im zweiten Abschnitte dagegen als Hydrüre unter der Überschrift: „Potassium oder Hydrüre des Kali“ und „Sodium oder Natriumhydrüre“ p. 484 u. 502 (Deutsche Ausgabe Bd. 2. S. 301 und 322).

In dieser letzten Mitteilung hält Dalton die Ansicht aufrecht, die er Gay Lussac und Thénard zuschreibt, dass Pottasche unzersetzlich ist, und Kalium eine Verbindung dieser mit Wasserstoff ist. Dalton beschreibt das Produkt der Verbrennung von Kalium in Sauerstoff als: „Pottasche, so trocken als sie nach Davy zu erzeugen möglich ist; es ist dies das erste Hydrat“, 16% Wasser enthaltend, während in dem uns vorliegenden Brief Davy ausdrücklich sagt, dass die 16% Wasser, die in der geschmolzenen Pottasche vorhanden sind, „in der aus der Verbrennung des Kaliums gewonnenen Pottasche nicht existieren.“

Davy's Bericht über die französischen Ansichten scheint von demjenigen Dalton's abzuweichen, weil nach dem ersteren Gay Lussac Pottasche als eine Verbindung des Wassers mit etwas, was nicht wasserfrei erhalten werden kann, betrachtet. Dieser Unterschied liegt übrigens nur in dem „etwas“, dem

Dalton den Namen Pottasche und das Gewicht 42 beilegt (New System 1, p. 486; Deutsche Ausgabe, Bd. 2. S. 304).

T. C. Hope an Dalton.

2. Januar 1811.

Werter Herr! Nehmen Sie meinen besten Dank für die Übersendung Ihres 2. Bandes, welchen Hr. Holland mir überbracht hat. Ich hätte meinen Dank früher ausgesprochen, aber ich wollte seinen Empfang nicht eher bestätigen, bevor ich nicht sagen konnte, ich hätte das Werk aufmerksam durchgesehen. Ich habe das mit vielem Interesse und grossem Vorteil für mich gethan. Sie haben unsere chemischen Kenntnisse mit einer Fülle wertvoller Thatsachen bereichert.

Ich brauche Ihnen nicht zu verhehlen, dass ich mich keineswegs zu ihrer Lehre bekehrt habe, und dass ich die Resultate spekulativer Betrachtungen nicht dem Experiment gleichgestellt wissen möchte.

Nichtsdestoweniger bewundere ich die Genialität Ihrer Spekulation und die glückliche Anordnung der ihr untergeordneten Teile.

Es muss eine grosse Genugthuung für Sie sein, Ihre Lehren von den ersten Namen der chemischen Welt angenommen zu sehen. — Mit dem Ausdruck meiner Hochachtung verbleibe ich, werter Herr, Ihr sehr gehorsamer Diener

Thos. Chas. Hope.

T. Thomson an Dalton.

30 Gilmore Place, 10. August 1812.

Werter Herr! Als ich London im März verliess, hatte ich die Absicht, direkt heimzukehren, aber verschiedene unvorhergesehene Umstände haben mich hier den ganzen Sommer über festgehalten. Infolgedessen lag Ihr Brief lange in London; ich habe ihn erst letzthin erhalten und konnte Ihnen deshalb nicht eher antworten.

Das Erscheinen meiner Zeitschrift musste ich bis zum 1. Januar hinausschieben, aber ich habe keineswegs den Plan aufgegeben. Für die Arbeit über die Oxymuriate, die Sie mir anbieten, bin ich Ihnen sehr verbunden, und werde sie mit grösstem Danke annehmen. Bei Ihrem grossen Scharfsinn zweifle ich nicht, dass Sie beträchtliches Licht über dieses schwierige Thema verbreiten werden. Ich habe ein paar chemische Arbeiten über verschiedene Gegenstände die, wie ich fürchte, leider nicht von grossem Werte sind; immerhin werden sie doch unsere Kenntnisse in etwas fördern helfen, und deshalb habe ich die Absicht, wenn meine Zeitschrift herauskommt, sie doch mit aufzunehmen.

Als ich heute nach Haus kam, fand ich Ihre Arbeit über „Tierische Wärme" auf meinem Schreibtisch liegen, ich danke bestens dafür und werde sie sofort mit Aufmerksamkeit lesen. Ich vermute, dass ich mit der Theorie, die Sie adoptieren, nämlich der Dr. CRAWFORD's, bereits bekannt bin. Bis vor kurzem schien sie mir eine vollständige Erklärung des Gegenstandes zu geben, aber ich gestehe, dass ich meine Meinung jetzt geändert habe. In den Philosophical Transactions für 1792 findet sich eine Arbeit von Dr. CURRIE [1]), die über eine Anzahl Versuche berichtet, welche er infolge eines Schiffbruches, der sich bei Liverpool ereignete, angestellt hat. Diese Versuche blieben unbeachtet und überraschten mich ungemein im vorigen Winter, als ich die Geschichte der Royal Society schrieb. Sie scheinen mir mit CRAWFORD's Theorie vollkommen unvereinbar, ja diese geradezu umzuwerfen. BRODIES Versuche haben Sie gesehen, sie stehen CRAWFORD's Theorie auch ziemlich feindlich gegenüber; nichtsdestoweniger halte ich sie kaum für genügend, diese über den Haufen zu werfen. Mit Dr. CURRIE's Versuchen sind sie aber ebenso unvereinbar. Dr. CRAWFORD's Experimente über die spezi-

[1]) Currie, James. Geb. 1756 Kirkpatrik Fleming, Dumfriesshire, gest. 1805 Sidmouth. Praktischer Arzt in Liverpool. Die obige Arbeit war betitelt: Account of the remarkable effects of a Shipwreck on the Mariners with experiments and observations on the influence of immersion in fresh and salt water, hot and cold, on the power of the living body. K.

fische Wärme des venösen und arteriellen Blutes müssen wiederholt werden, und das werde ich, sobald wie möglich, thun.

In wenigen Tagen werde ich zu einer mineralogischen Expedition nach Norwegen abreisen, ich gedenke dies Königreich zu durchqueren, die wichtigsten norwegischen und schwedischen Minen zu besuchen und nach Stockholm zu gehen; ich verspreche mir eine Fülle Unterhaltung und Belehrung von dieser Reise und hoffe im Oktober wieder in London zu sein. Wenn Sie Ihre Arbeit, wie ich voraussetze, gegen Ende Oktober absenden, so bitte ich dieselbe an Hr. Baldwin, Buchhändler, 47 Paternoster Row, zu adressieren. Meine Empfehlungen an Dr. Henry. — Ich verbleibe, werter Herr, Ihr getreuer

Thomas Thomson.

Bemerkung.

„Über die Atmung und über die Tierische Wärme“ (gelesen am 21. März 1806), veröffentlicht in den Denkschriften von Manchester (2) Vol. 2. 1813 p. 15.

Crawford's Theorie ging dahin, dass das Blut in den Lungen kohlehaltige Substanz abgebe, die sich mit Sauerstoff zu Kohlensäure verbände; der dabei freigewordene Wärmestoff sollte von dem Blut aufgenommen werden, das durch diesen Prozess arteriell und von grösserer spezifischer Wärme würde; während der Cirkulation würde diese Wärme wieder abgegeben, um den Verlust im Körper zu ersetzen, und der Prozess wiederhole sich.

Currie's Versuche (Phil. Trans. 1792 p. 199) befassten sich mit dem Einfluss des Untertauchens in kaltem Wasser auf den menschlichen Körper. Er fand, dass eine derartige Behandlung ein plötzliches Sinken der Temperatur veranlasste, welchem ein allmähliges Steigen folgte. Diese Temperaturzunahme wurde nicht von einer Beschleunigung der Cirkulation begleitet, wie sie Crawford's Theorie verlangte.

Berzelius an Dalton.

Londres ce I Août 1812.
Leicester Square 27.

Monsieur! — Vous m'avez beaucoup obligé par le présent de votre ouvrage sur le nouveau Système de la Philosophie Chimique; lequel me fit d'autant plus de plaisir, que j'avois longtemps souhaité de connoître vos idées sur un point chimique, qui m'avoit longtemps occupé.

Malheureusement je ne l'ai reçu que peu de jours avant mon départ de Stockholm, ainsi je n'ai pas encore eu tems, que de le parcourir; et je trouve, qu'il mérite d'être étudié. Il y a plusieurs points, où nos résultats ne sont point parfaitement d'accord, j'aurois souhaité que le temps que je puis dépenser sur mon voyage m'auroit permis d'aller vous voir à Manchester, afinque nous aurions pu discuter cette matière de vive voix; mais malheureusement pour moi je suis obligé à renoncer à cette espérance. Je resterai à Londres jusqu'au commencement du mois d'octobre; je le considérerais comme un grand bonheur pour moi, si vos affaires vous y améneront pendant ce tems-là!

Agréez, monsieur, les sentiments de la plus parfaite considération pour vos talents distingués avec lesquels j'ai l'honneur d'être, Monsieur, votre très humble et très obéissant serviteur.

Jac. Berzelius.

P. S. — Je prends la liberté de vous envoyer ci inclus une dissertation de M. Gilbert sur les proportions déterminées. Cette dissertation est le commencement d'un ouvrage plus détaillé qu'il s'est proposé de publier.

Dalton an Berzelius.

Manchester, 20. September 1812.

Hochgeachteter Freund! Ihren Brief vom 1. letzten Monats und das angenehme Geschenk, das Sie so gut waren, gleich-

mit ihm mir zu übermitteln, habe ich erhalten, und die mit Vergnügen durchgelesen; bei weitem mehr aber mich noch ihre eigenen Arbeiten in den Annales de ...nie, von denen ich letzthin eine vollständige Serie bis schliesslich März 1812 erhielt, befriedigt.

Ich habe es mir angelegen sein lassen, Ihre Resultate mit ...nen eigenen zu vergleichen und fand erfreulicherweise, ...ss im allgemeinen eine so grosse Übereinstimmung stattfindet, ...s wir sie nach dem heutigen Stande der Wissenschaft nur er...arten können. Z. B. stimmen wir darin überein, dass ein ...etztes Teilchen Schwefel nahezu zweimal soviel wiegt als ein Atom Sauerstoff, wie aus der Schwefelsäure und dem Bleioxyd hervorgeht. Meine Zahlen für die Atome des Schwefels und Sauerstoffs sind 13 respektive 7, aber nach weiteren Überlegungen möchte ich lieber 14 als die nächste ganze Zahl für Schwefel gelten lassen, und bin ferner geneigt, einzelne andere Zahlen in dem Sinne, wie ich sie unten in Klammern gesetzt habe, zu ändern. Ihre und meine Zahlen würden dann verglichen folgendes Bild geben:

	Berzelius	Dalton
Sauerstoff	7	7
Schwefel	14	14
Blei	90	95 (90)
Kohlensäure	19 +	19.4
Baryterde	67 od. 68	68
Kupfer	55 od. 56	56
Silber	88.6	100 (90 od. 92)
Salzsäure	23	22 (23)
Eisen	48	50
Pottasche	41	42
Soda	27	28
Ammonium	14	12
Kalkerde	25	24 (25)
Zink	57	56
Phosphorsäure	25 od. 26	23 (24)

u. s. w. u. s. w.

Im Wasser nehmen Sie das Verhältnis des Sauerstoffs zu Wasserstoff mit Davy 7 ½ zu 1 an und stützen sich dabei allein auf die Autorität von Biot, ich möchte lieber das Verhältnis

7 zu 1, wie es von so vielen massgebenden Forschern gefunden wurde, annehmen.

Es giebt wenigstens 5 Schwefelverbindungen des Eisens.

	Eisen	Schwefel			
I.	50 +	14	= 78	+ 22	VAUQUELIN[1]), Ann. de Chimie, neulich.
II.	50 +	28	= 64	+ 36	HATCHETT,[2]) Phil. Trans. über magnetische Pyrite.
III.	50 +	42	= $54^1/_2$	+ $45^1/_2$	HATCHETT und PROUST.[3])
IV.	50 +	56	= 47	+ 53	HATCHETT.[2])
V.	50 +	168	= 23	+ 77.	Erhalten aus Eisensulfat und schwefelsaurer Kalkerde.

Das rote Bleioxyd ist, wie ich mit PROUST annehme, eine Verbindung des gelben und braunen Oxyds. Das schwarze Eisenoxyd ist das zweite und das rote das dritte, das erste ist bis jetzt noch nicht mit Sicherheit festgestellt.

Ich vermute, dass Ihre Analyse des gelben Pulvers von Eisensulfat nicht ganz richtig ist. Das Pulver besteht aus 1 Atom Oxyd + 1 Säure; das Oxyd ist 64 oder richtiger vielleicht 71 + 35 Schwefelsäure: durch Wärme wird die Säure ausgetrieben und lässt 60—71 rotes Oxyd zurück.

Meine Ideen über oxydierte Salzsäure und Salzsäure stimmen mit den Ihren überein. Kali und Natrum betrachte ich jetzt als Metalle; Kalkerde, Baryterde u. s. w. erscheinen mir einigermassen zweifelhaft.

Ich kann mich jetzt auf Ihre und DAVY's Untersuchung über das, was Sie Ammonium nennen, nicht einlassen. Ich

---

[1]) Vauquelin, Ann. de Chimie. T. 80. 1811. p. 259.

[2]) Hatchett, An Analysis of the Magnetical Pyrites with Remarks on some of the other Sulphurets of Iron. Phil. Trans. 1804, p. 314. übersetzt im Neuen allgem. Journal der Chemie, Bd. 6, S. 320. Vgl. Thomson, System der Chemie, Deutsche Ausgabe von F. Wolff, Bd. 5, S. 64. Berlin 1811. Siehe auch oben Anm. 1. S. 110. K.

[3]) Sur quelques Sulfures métalliques. Journ. de Physique, T. 53, 1801, p. 89, in's Englische übersetzt in Nicholson's Journal, Bd. I, 1802, und ferner: Sur les Sulfures natifs et artificiels du fer. Journ. de Physique T. 54, 1802, p. 89, Nicholson's Journal, Bd. I, 1802, p. 268. K.

betrachte nach unseren jetzigen Kenntnissen Stickstoff und Wasserstoff als einfache Substanzen.

Die französische Lehre, dass sich die Gase nach gleichen Raumteilen verbinden, kann ich, wenn sie mathematisch genau genommen werden soll, nicht gelten lassen. Gleichzeitig aber muss ich zugeben, dass es etwas Wunderschönes um die Häufigkeit der Annäherung ist.

Wenn wir nicht die atomistische Hypothese annehmen, so erscheint mir die Lehre von den festen Verhältnissen mysteriös, wie die „mystischen Verhältnisse"[1]) KEPLER's, die NEWTON in so glücklicher Weise aufklärte. Der Verfolg der Untersuchung kann, wie es mir scheint, nur in dem von mir angenommenen Systeme einen Abschluss finden, wonach sich, wie in meinen Zeichnungen dargelegt ist, Teilchen an Teilchen lehnt.[2])

Ich habe nicht die Absicht, demnächst nach London zu kommen und würde deshalb glücklich sein, wenn Sie in Aussicht genommen hätten, uns hier zu besuchen, um die Gelegenheit zu einer chemischen Erörterung über die Punkte, in welchen unsere Meinungen abweichen, wahrzunehmen. Ich hätte schon eher geschrieben, aber ich wollte Ihre Arbeiten erst lesen, um einige Bemerkungen daran knüpfen zu können. Ich verbleibe mit grosser Achtung Ihr getreuer

JOHN DALTON.

Nr. 10 George Street.

P. S. Wenn Sie uns hier nicht mit einem Besuch beehren wollen, werde ich mich glücklich schätzen, von Ihnen noch zu hören, bevor Sie unser Land verlassen.

BERZELIUS an DALTON.

London ce 16th October 1812.

Monsieur! — Bien de remercîments pour votre obligeante

[1]) Es sind die Abweichungen der Planetenbewegungen von den Kepler'schen Gesetzen, die „unfassbaren Unregelmässigkeiten der Natur" Leibnitzens, die von Newton so glücklich berechneten Störungen, gemeint. K.

[2]) Es ist wohl Fig. 1. 2 und 3 auf Tafel 1 gemeint. K.

lettre, à qui j'aurois dû avoir répondu il y a longtemps, si non des petits voyages aux environs de Londres m'auroient empressé de rien entreprendre. Je suis à présent au point de m'en aller, et j'ai crû devoir vous prier de m'honorer de vos communications même quand je serai de retour dans ma patrie, je ne manquerai point à vous faire part de tout ce que (je) puis avoir d'intéressant à vous mander.

L'observation que vous venez de faire sur le sous-sulphate d'oxide de fer est parfaitement fondée, aussi je m'appercevois de l'inexactitude de cette analyse lorsque je trouvai la loi d'après la quelle l'acide sulphurique se combine aux bases salines. Vous trouverez une discussion détaillée sur cette matière dans les Annales de Chimie, dans la partie de mon dernier traité où j'ai parlé des sels à eaux de base. Dans le vrai sous-sulphate l'acide est combiné avec 6 fois autant d'oxide de fer que dans le sulphate neutre. Vous verrez aussi à cet endroit quelle substance singulière que fut la poudre jaune, que j'ai pris pour sous-sulphate pur dans mon premier traité. Vous appelez le sulphate d'oxide de fer ordinaire un supersulphate; je ne puis pas en voir la cause, parceque l'acide y neutralise une quantité de base dont l'oxigène est $^1/_3$ de celui de l'acide, tout comme dans le sulphate neutre de potasse.

Votre opinion que le minium est une combinaison de l'oxide noir avec l'oxide jaune, est peut-être fondée sur la difficulté de concevoir un demi-atome; je crois qu'il faut laisser, les expériences maturer la théorie. Si celle-ci commence à s'occuper de presser la nature dans les formes, elle cessera d'être utile et de se perfectionner. Vous avez raison en ce que la théorie des proportions multiples est une mystère sans l'hypothèse atomistique, et autant que j'ai pu m'apercevoir tous les résultats gagnés jusqu'ici contribuent à justifier cette hypothèse. Je crois cependant qu'il y a des parties dans cette théorie, telle que la science vous la doit à présent, qui demandent à être un peu altérées. Cette partie p. ex. qui vous nécessite de déclarer les expériences de Gay-Lussac sur les volumes des gases qui se combinent, pour inexactes. J'aurois cru plutôt que ces expériences étoient la plus belle preuve de

la probabilité de la théorie atomistique, et je vous avoue d'ailleurs que je ne croirai pas si aisément GAY-LUSSAC en défaut, surtout dans une matière où il ne s'agit que de mesurer bien ou mal.

Mais le papier m'ordonne à finir. Si vous vouliez m'honorer de vos lettres, mon adresse sera ci-après Stockholm, sans autre addresse plus particulier; je pars demain au soir pour me rendre par Marverg[1]) à Gottembourg. — Que Dieu vous bénisse. J. BERZELIUS.

Bemerkung.

Bei dem sehr interessanten, in DALTON's Brief an BERZELIUS enthaltenen Vergleich der Resultate, sind die meisten von DALTON's Zahlen die im New System, Bd. 2 (1810) veröffentlichten. Die BERZELIUS zugeschriebenen Zahlen sind aus den von dem schwedischen Chemiker wirklich gegebenen, die alle auf O = 100 bezogen sind, berechnet. In vielen Fällen musste, um zu vergleichbaren Zahlen zu kommen, mit 2 dividiert werden. —

Eine Übersetzung des zweiten Briefes von BERZELIUS ist in HENRY's „Life of Dalton" veröffentlicht worden, der Vollständigkeit wegen ist er hier im Original wiedergegeben. Eine Anzahl von Accenten ist hinzugefügt worden, aber die Konstruktion wurde nicht geändert. —

BERZELIUS' erste Analyse des „gelben Pulvers" (Gilb. Annal. Bd. 37, 1811, S. 308) gab das Resultat: —

Schwefelsäure	27.33	100
Eisenoxyd	72.67	266
	100.00	366

Dementsprechend neutralisiert die Säure 4 mal soviel Basis, als in dem neutralen Sulfat. —

---

[1]) Offenbar ein Schreib- oder Druckfehler für Hamburg. In der Übersetzung dieses Briefes (Vgl. weiter unten) die Henry in seinem Life of Dalton p. 100 giebt lautet das Datum: „October 18" und der Schluss: „by Hamburgh to Gottenburg". K.

Schwefelsäure	39.56	100
Eisenoxyd	60.44	65.5

Andererseits enthielt das Pulver nach Dalton ein Atom Oxyd auf ein Atom Säure und hatte daher die Zusammensetzung: —

Säure	35	33	100
Oxyd	71	67	203
	106	100	303

Wie Berzelius in dem folgenden Brief, der sich auf die bei Gilbert, Annal. Bd. 40, 1812, S. 294 veröffentlichte Arbeit bezieht, erklärt, sollte das wahre unterschwefelsaure Eisen enthalten: —

Säure	20.2	100
Oxyd	79.8	395

Die analysierte Probe war dargestellt durch Sättigung von Schwefelsäure mit Eisenoxyd, das mit Ammoniak teilweise gefällt wurde, worauf der braunrote Niederschlag mit der Flüssigkeit digeriert wurde.

Darauf wurde das „gelbe Pulver", das sich aus einer Lösung von Ferrosulfat niedergeschlagen hatte und die oben mitgeteilte Zusammensetzung zeigte, analysiert. Eine aus einer Vitriolfabrik bezogene Probe hatte folgende Zusammensetzung: —

Säure	15.9	100
Oxyd	62.4	392.52
Wasser	21.7	

und enthielt demnach Säure und Oxyd in dem gleichem Verhältnis wie das oben beschriebene braunrote Präcipitat Eine andere Probe war auf gleiche Weise, wie die erste, dadurch dargestellt, dass man Eisen in verdünnter Schwefelsäure, der ein wenig Salpetersäure zugefügt war, löste und dann die Lösung einige Tage hindurch bei 25—30° der Luft, in Berührung mit Stücken metallischen Eisens, aussetzte.

Das gelbe Präcipitat enthielt:

18.5 Wasser, das stark mit Ammoniak gesättigt war
32 Säure
49 Oxyd

war also eine Ammoniakverbindung.

Die „Untersuchungen über Ammonium" (GILBERT, Annal. Bd. 38, 1811. S. 176) bestehen aus einer ausführlichen Auseinandersetzung der Gründe, die dahin führten, anzunehmen, dass Ammoniak Sauerstoff enthalte.

Die Analogie des Ammoniaks mit den Alkalien, seine basischen Eigenschaften, die Darstellung des Ammoniumamalgams, brachte viele dazu, und darunter auch BERZELIUS, es für möglich zu halten, dass Ammoniak thatsächlich Sauerstoff enthielte, dessen Entdeckung in der Pottasche und der Soda die jüngste glänzende That DAVY's war. Nun wird Ammoniak durch Elektrizität in Stickstoff und Wasserstoff zerlegt, in denen demnach der Sauerstoff enthalten sein muss. Nach der dualistischen Theorie würden dann Stickstoff sowohl wie Wasserstoff beides Oxyde sein, deren Vereinigung zu Ammoniak vollkommen analog der des Schwefeloxyds mit Kaliumoxyd zu schwefelsaurem Kali gewesen wäre.

Nach BERZELIUS würden unter diesen Umständen Stickstoff und Wasserstoff angesehen werden müssen als Oxyde einer unbekannten, Ammonium genannten, Substanz und von folgender Zusammensetzung:

	H	N
Ammonium	90.062	43.027
Sauerstoff	9.938	56.973 [1]

Als die elementare Natur des Stickstoffs und Wasserstoffs endgültig festgestellt war, wurde der Ausdruck Ammonium auf die Atomgruppe übertragen, welche in den durch Vereinigung von Ammoniak mit Säure gebildeten Salzen enthalten ist, in welchem Sinne wir ihn noch heute gebrauchen.

DALTON's Ansichten über das Sichvereinigen der Gase nach Raumteilen haben wir bereits besprochen. (Vgl. oben S. 44.)

---

[1]) Berzelius, Gilbert, Annal. Bd. 38. 1811. S. 184 K.

J. Otley [1]) an Dalton.

Herrn Dalton. — Werter Herr! Ich empfing Ihr Schreiben vom 8. und bin Ihnen sehr verpflichtet für die Analyse des Gases. Die Bücher für Hr. Knight sollen sorgfältig befördert werden. Während eines Monats, nachdem Sie ihn gesehen haben, hat der Derwentsee nur sehr wenig seinen Pegel geändert, der für eine so lange Zeit ungewöhnlich nieder war. Etwa um den 6. August begann die schwimmende Insel über Wasser zu erscheinen, am 21. bin ich auf derselben gewesen, zu der Zeit war der See um 8 Zoll gestiegen, und die Insel war in ihrem höchsten Teile etwa 4 Zoll über Wasser. ihre Länge betrug 88 Ellen, ihre grösste Breite 25, aber einzelne Teile derselben waren kaum halb so breit. Das aufsteigende Gas, das (durch Bohren unter Wasser nahe am Strande der Insel) erhalten wurde, hatte einen deutlich wahrnehmbaren Geruch, den ich mit dem eines verschleimten Gewehres vergleichen möchte. [2]) Ob dieser Geruch am stärksten ist, zur Zeit des Aauftauchens der Insel, und ob er dann wegen der grösseren Tiefe des Wassers, durch welches das Gas aufsteigen muss, abnimmt oder ganz verschwindet, habe ich nicht ergründen können.

Ich versuchte, mich zu vergewissern, ob die Insel durchweg aus derselben Art Torf bestünde und fand es in der That beinahe so. Auch die unter der Insel befindliche Erde bemühte ich mich näher zu untersuchen, und ich bin geneigt, sie für ein vegetabilisches Oxyd anzusprechen. Als ich einige Proben davon 13 Fuss tief unter der Oberfläche hervorholte, fand ich

---

[1]) Otley, Jonathan, ein Freund Dalton's aus Keswick, einige Monate älter als dieser, ihn jedoch überlebend. In den Jahren 1812 bis 1836 machten Dalton und Otley fast alljährlich gemeinsame Ausflüge in die Berge Nordenglands. Otley ist der Autor von: A Descriptive Guide to the English Lakes and adjacent Montains. (7. Aufl. 1843.) K.

[2]) In einer Notiz in Otley's Tagebuch vom 15. September des gleichen Jahres heisst es: Ich erhielt einen Brief, der mich unterrichtete, dass er (Dalton) das Gas analysiert hat und es als halb aus kohlehaltigem Wasserstoffgas und halb aus Stickstoff mit einer geringen Menge Kohlensäuregas bestehend fand. Henry, Life of Dalton p. 151. K.

dieselben mit blaugrünen Flecken untermischt, die ich, weil sie mit Galläpfeltinktur schwarz wurden, für Eisensulfat halte. Das lässt mich vermuten, dass ich in meiner Hypothese über die Entstehung des Gases zuviel Wert auf die Zersetzung der vegetabilischen Bestandteile der Insel gelegt habe; oder könnte das Eisen ursprünglich darin enthalten sein?

Der Überbringer Ihres Briefes hat sich freundlicherweise bereit erklärt, wenn ich Ihnen etwas zu zusenden wünschte, es mitzunehmen, und so benutze ich die günstige Gelegenheit, um Ihnen ein kleines Muster von der Erde der Insel, die ich einen Fuss unter der Oberfläche entnommen habe, ein zweites kleineres von der unteren Seite der Insel, und noch ein drittes, das von thonigem Aussehen, von unterhalb der Insel, 13 Fuss unter der Oberfläche und 4 Fuss tiefer als das Wasser unter der Insel zu schicken. Sie werden das letztere sobald es trocken ist, ungewöhnlich leicht finden. Wenn Sie ert einmal die Eigenschaften dieser Substanzen kennen, wird es Ihnen nicht mehr schwer fallen, sich eine Ansicht darüber zu bilden, woher das Gas am ehesten stammen kann.

Dieses Mal ist die Insel übrigens nie so hoch über Wasser erschienen als 1808, und als am 1. September der See um etwa 2 Fuss stieg, war sie gänzlich bedeckt und bleibt es auch noch; gegenwärtig jedoch ist der See beträchlich gefallen.

Im Cumberland Pacquet hat ein Mitarbeiter die Meinung ausgesprochen, dass die Insel durch die Luft in den Blättern der auf ihr wachsenden Pflanzen gehoben wird, nämlich der Lobelia Dortmanni und Isoëtes lacustris. Es bedarf wohl keines grossen Nachdenkens diese Erklärung zurückzuweisen. — Ich verbleibe, mein Herr, Ihr sehr gehorsamer Diener

JONA. OTLEY.

Keswick, 14. September 1815.

P. S. Die Erde unterhalb der Insel scheint mir geeignet, Uhrgehäuse zu putzen. J. O.

L. HOWARD[1]) an DALTON.

Tottenham, des 12. Monats 13, 1816.

Verehrter Freund! Mit Vergnügen teile ich Dir unser Verfahren zur Darstellung von schwefelhaltigem Kali mit. Unsere Methode besteht darin, trockenes nicht völlig mit Kohlensäure gesättigtes Kali mit sublimiertem Schwefel zu mischen und das Gemenge in einen zur Rotglut erhitzten Schmelztiegel zu thun, um das Schmelzen so rasch als möglich zu bewirken. In dem Moment der Vereinigung findet ein Aufbrausen statt, ein Zeichen, dass der Schwefel die Kohlensäure austreibt. Da der Schwefel während der ganzen Zeit frei brennt, so muss ein Teil desselben verloren gehen. Nach unserer letzten Berechnung stellen sich die Verhältnisse folgendermassen:

135 Pfd. Kali
27 „ Schwefelblumen
108 Pfd. schwefelhaltiges Kali

so dass der Verlust an Kohlensäure, an Wasser, und an dem, was verbrennt und sich verflüchtigt, sowie ein wenig Abgang, 54 Pfd. beträgt.

Die Farbe des Produktes variiert in verschiedenen Teilen zwischen stroh- und leberfarben. Rührt das daher, dass Schwefel in verschiedenem Verhältnis festgehalten wird, oder von seinen verschiedenen Oxydationsstufen? Soviel ich weiss, schreibt die Pharmakopoe die Hälfte des Gewichtes Alkali für den Schwefel vor. Wir nehmen $^1/_5$, mehr würde ich für Verschwendung halten, jedoch habe ich niemals festgestellt, in welchem Verhältnisse sich Pottasche und Schwefel wirklich in unserer Verbindung, welche dem Aussehen nach den von anderen Chemikern dargestellten gleicht, vorfindet.

Wenn Dir eine Folge meiner bei NICHOLSON und THOM-

---

[1]) Howard, Luke. Geb. 1772 London, gest. 1864 Tottenham. Quäker. Bis 1805 Associé von W. Allen in einer Droguenhandlung, errichtete dann ein pharmazeutisches Laboratorium an verschiedenen Plätzen, zuletzt in Tottenham-Green bei London. Ein sehr geschätzter und als solcher bekannter Meteorolog. K.

SON veröffentlichten meteorologischen Beobachtungen angenehm ist, werde ich sie Dir, wenn Du mir mitteilst auf welchem Wege das am besten geschieht, senden; ob dies Schreiben hier für THOMAS HOYLE noch zeitig genug eintreffen wird weiss ich nicht. Ich werde Dir dankbar sein, wenn Du mir einige auffallende Thatsachen nach dieser Richtung mitteiltest, weil ich daran denke, das ganze von mir hierüber seit 10 Jahren gesammelte Material in einigen populären Vorlesungen bekannt zu geben. Ich glaube, Du erzähltest mir einmal von einer bemerkenswerten elektrischen Erscheinung an dem Kreuz Eurer Pfarrkirche, die, wenn sie nicht während eines wirklichen Gewitters statthatte, für mich wertvoll wäre, wenn ich noch weiteres über Zeit, Ort und Umstände dazu erführe. Ich habe die Philosophical Transactions viele und andere Werke nach den zuverlässigsten Beispielen verschiedener meteorologischer Erscheinungen durchstöbert und bin in gewisser Beziehung Deinen Arbeiten und denen anderer in den Denkschriften von Manchester recht verpflichtet. Bitte, welches ist denn die letzte Lieferung dieser Denkschriften, oder ist seit Bd. 5, Teil 2 nichts mehr nachgekommen? Letzthin hatte mein Barometer den höchsten und tiefsten Stand in den letzten zwölf Monaten, nämlich 30",63 am 30. vorigen Monats als Mittel der Beobachtungen einer Woche, und 28",60 gestern Abend; der 12. war der kritische Punkt einer ganz kurzen Depression, der schnelle Schwankungen in der vorhergehenden Woche vorausgingen. Im ersten Teile der Nacht hatten wir Sturm, und heute um Mittag Donner und Hagel. Unsere Regenmenge übersteigt in diesem Jahr fast 30", ein recht erheblicher Betrag für diesen Teil der Insel, und wir können noch 1 bis 2 Zoll mehr bekommen.

Bei unserer letzten Reise auf dem Kontinent hatten wir fast immer Regen und Gewitter, die uns jedoch nicht um eine ungemein grossartige und unerwartet ausgedehnte Aussicht auf die Alpenkette brachte, als wir uns ihr vom Süden Deutschlands näherten. Wir waren damals auf sehr hohem, kalkigem Boden bei Duttlingen[1]) und nicht weit von den Donauquellen,

---

[1]) Es ist offenbar die schwäbische Oberamtsstadt Tuttlingen an der Donau gemeint, in deren Nähe man auf der Tuttlinger Höhe auf der Strasse nach Engen, 850 m. hoch, in der That ein prachtvolles

aber volle 150 Meilen von dem die Rundsicht abschliessenden Hintergrunde. Da wir in der Höhe durch die klare Atmosphäre völlig hindurchsahen, konnten wir Licht und Schatten an jedem Berge deutlich unterscheiden und genau feststellen, was Fels und was Wiese, was Schnee oder Gletscher war, und das eben so leicht, als ich es hier zu Lande bei dem zehnten Teil der Entfernung kann. Gleich bei meiner Heimkehr nahm ich wahr, dass der Unterschied der Durchsichtigkeit der kontinentalen Atmosphäre gegenüber der unsrigen, selbst in einem so nassen Sommer, sehr auffallend ist, und auch die Kleinheit der Züge der Landschaft auf unserer kleinen Insel im Vergleich mit dem kühnen Schwunge derjenigen des Kontinents fiel mir auf.

Ich werde mich freuen, in Deinen Mussestunden von Dir etwas zu vernehmen, und verbleibe Dein aufrichtiger Freund

Luke Howard

T. Thomson an Dalton.

Glasgow, 13. August 1818.

Mein lieber Herr! Ich bedauere es auf das lebhafteste, dass ich, als ich vor einem Monat in Manchester war, nicht das Vergnügen hatte, Sie dort zu treffen, aber meine Zeit war so beschränkt, dass ich die 3 Tage, die mich eine Reise nach Keswick gekostet hätte, nicht erübrigen konnte. Ich habe wieder die alleinige Herausgabe der Annals of Philosophy übernehmen müssen, sehr gegen meinen Willen, weil es allerhand Unzuträglichkeiten für mich mit sich brachte, dass mein Name als der des Herausgebers auf einem Journal fungierte, über das ich gar keine Kontrolle hatte. Deshalb wünschte ich, dass derselbe vom Titelblatte gestrichen würde. Dem widersetzte sich aber der Buchhändler mit solcher Hartnäckigkeit, dass die Wiederübernahme der alleinigen Herausgeberschaft für mich die einzige Möglichkeit blieb. Nun war ich unglücklicherweise auf diesen Schritt völlig unvorbereitet, so dass es mir gänzlich

---

Panorama mit den Alpen im Hintergrunde geniesst. Die Entfernung bis zu den Alpen beträgt noch rund 100 km Luftlinie. K.

an Material fehlt. Deshalb muss ich den Beistand meiner Freunde anrufen, mir mit ihren Beiträgen für ein oder zwei Nummern auszuhelfen, ich rechne dabei vor allem auf Sie und werde es auch als besondere Gunst auffassen, wenn Sie mir bis zum 1. Oktober eine Arbeit senden wollten, denn ich werde bereits die November-Nummer herauszugeben haben. Das Thema überlasse ich natürlich Ihnen selbst. Keine Experimentaluntersuchung von Ihnen kann mir ungelegen kommen. Sehr freute es mich, von Dr. Henry zu hören, dass Sie begonnen haben, drucken zu lassen. Sie werden die Untersuchung der Metalloxyde besonders schwierig finden. Unsere gegenwärtigen Methoden taugen nichts, weil wir nicht zwischen Gemengen und chemischen Verbindungen zu unterscheiden vermögen. Verschiedene von Berzelius' Bestimmungen sind zweifellos falsch, besonders die über die Oxyde des Antimons. Ich vermute, dass verschiedene der vegetabilischen Säuren sich nicht mit den Oxyden, sondern mit den Metallen selbst verbinden, wenigstens in gewissen Fällen. So nehme ich an, dass das Oxalat des Zinks eine Verbindung von Oxalsäure und Zink ist. Aber diese Bemerkungen bleiben unter uns, sie müssen erst noch bestätigt werden. Die Gase bilden den Teil der Chemie der am genauesten untersucht werden kann. Sie werden die Lehre von den gleichen Gasräumen (sobald Sie von ihrer Genauigkeit überzeugt sind) als eine besonders wertvolle Forschungsmethode erkennen. Ich bin gerade dabei, mein Laboratorium einzurichten. — Ich verbleibe, werter Herr, Ihr treuergebener

Thomas Thomson.

P. Harris an Dalton.

Eaglesfield, des 12. Monats 19, 1821.

Mein sehr geachteter Freund John Dalton! Gestern nachmittag um $^1/_2$ 2 Uhr setzte ich mich an mein Pult nieder, um Dir Dein vor einigen Wochen erhaltenes Schreiben zu beantworten, aber bevor ich die Feder auf das Papier brachte, begann eine so aussergewöhnliche Dunkelheit, dass ich zum

schreiben nichts mehr sehen konnte (und Du weisst, dass mein Pult noch nicht 5 Fuss weit vom Fenster steht). Bald ward mir der Grund völlig klar, denn fast unmittelbar darauf begann eines der schrecklichsten Gewitter, an die ich mich erinnern kann. Ich bin nun heute 50 Jahre und 11 Tage alt, und weder habe ich, meines Wissens, noch hat irgend sonst jemand, mit dem ich gesprochen habe, ein solches um diese Jahreszeit erlebt; ja es ist sogar zweifelhaft, ob je im Sommer ein so starkes Gewitter gewesen ist. Entfernter Donner wurde den ganzen Morgen und Vormittag gehört, besonders Bemerkenswertes trug sich indes nicht zu; aber kurz nach $^1/_2$ 2 Uhr war der Bogen, auf welchem ich jetzt schreibe, mit einem rötlichen Schimmer bedeckt, der mit blauen für einen Augenblick aufleuchtenden Flecken durchsetzt war, und unmittelbar darauf erscholl, wie ich wohl sagen darf, der lauteste Donnerschlag, den ich je noch gehört habe; er machte mein Haus erbeben, Thüren und Fenster u. s. w., und es ging auf diese Weise nahezu eine halbe Stunde fort. Donner und Blitz folgten einander abwechselnd mit Regen oder Hagelschauern. Während der Zeit sass ich nachdenklich und ruhig da und betrachtete das Ehrfurcht gebietende Schauspiel. Als ich gegen das Feuer sah, nahm ich wahr, dass die eisernen Geräte zum Unterhalten des Feuers ziemlich scharfe Spitzen gegen den Kamin hin hatten, und da ich aus BENJAMIN FRANKLIN's Versuch wusste, dass scharfe Eisenspitzen den Blitz anziehen, wollte ich sie horizontal auf das Kamingitter legen. Bevor ich das aber noch konnte, waren Gitter und Geräte, gerade als ich meine Hand darnach ausstreckte, für einen Augenblick ganz mit Funken bedeckt, die mir jedoch nichts thaten.

Ich habe bisher noch von keinen Verlusten an Menschenleben gehört, aber in Dean Scales, ungefähr eine Meile von uns entfernt, hat der Blitz durch einen Kamin oder durch das Dach eingeschlagen, und zwei Betten in der Nähe fast vernichtet, den Boden aufgerissen u. s. w., und in Blind Crake hat er ähnlich gehaust. Jemand, der mich soeben verliess, erzählte, er habe unter einem Baum Schutz gesucht, in welchen der Blitz einschlug, aber er konnte sich ohne grossen Schaden

davon machen. Das Gewitter kam aus südlicher Richtung von den Bergen — dem Pillar, Knockmurton u. s. w.

Der Schreiber dankt im weiteren Verlaufe seines Briefes für die von DALTON überwachte Herstellung einer Sonnenuhr, die er in seinem Garten errichten lassen will. Er ersucht um Rat über die beste Art der Aufstellung und bespricht die Befestigung der Platte auf der gemauerten Säule. Die Initialen Dr. D., die DALTON hat anbringen lassen, mögen als Wahrzeichen für kommende Geschlechter stehen bleiben, und auch die Jahreszahl 1822 würde der Besteller gern darauf sehen. Eingehend wird dann noch die beste Art der Zusendung verhandelt.

Nach einigen Familiennachrichten schliesst der Brief mit der Wendung:

— Ich bin mit Ehrerbietung Dein Freund

PONSONBY HARRIS.

L. HOWARD an DALTON.

London, des 5. Monats 31, 1822.

Lieber Freund JOHN DALTON! Ich bitte Dich, den für Dich bestimmten Abdruck der einliegenden Arbeit annehmen zu wollen und ersuche Dich gleichzeitig, die beiden anderen in meinem Namen an ihre respektiven Adressen weiter gehen zu lassen. Die Royal Society hat ein Komitee ernannt, um den Zustand des ihr gehörigen meteorologischen Institutes zu prüfen, das, obwohl es schon einige Monate besteht, soviel ich weiss, bisher doch noch nichts gethan hat. Das einzige Mal, wo ich es besuchte, waren wir hauptsächlich damit beschäftigt, die beste theoretische Methode zur Bestimmung der genauen Höhe der Quecksilbersäule des Barometers festzustellen und konnten uns darüber absolut nicht einigen. Dr. YOUNG scheint in diesem Punkt ausserordentlich schwer zu überzeugen zu sein. Ich für meinen Teil halte es in der Meteorologie für sehr viel wichtiger, dass die Beobachtungen immerwährend und achtsam, als dass sie sehr minutiös ausgeführt werden. Wir müssen auch in dieser noch entstehenden Wissenschaft erst kriechen, bevor

wir fliegen können. Die Astronomen sind uns um einige tausend Jahre voraus, sie mögen mit ihren Bruchteilen von Sekunden prahlen, so peinlich genau sein, wie sie wollen, und mit berechtigtem Selbstvertrauen wahrsagen, während wir nur mit Schwierigkeiten eine Theorie für eine Reihe von Phänomenen aufstellen können und gezwungen sind, uns in Mutmassungen herumzutappen. Nichtsdestoweniger werden wir, wenn die Wissenschaft fortfährt, die Aufmerksamkeit wirklich fähiger Männer auf sich zu lenken, vielleicht noch, bevor wir sterben, auch an ihr manches erleben, was wert ist, aufgezeichnet zu werden. Würdest Du je geglaubt haben, dass wir einen Bischof zu unseren Mitarbeitern zählen? Aber dem ist so: der gute alte Bischof von Durham sandte vor einiger Zeit nach mir, um mir Aufzeichnungen, die er mehr als 50 Jahre hindurch über Beobachtungen am Barometer, Thermometer, mit Bemerkungen über das Wetter u. s. w. selbst (wenn er zu Haus war oder in seiner Abwesenheit sein Gärtner) in seinem Sitz in Oxfordshire angestellt hatte, zu übergeben. Ich arbeitete die für das Jahr 1821 durch und fand Resultate, welche recht gut mit den unsrigen aus der Nähe von London übereinstimmten. Ich denke, die so lange fortgesetzte und nur wenig unterbrochene Reihe wird für einen späteren Forscher gewiss von Wert sein. Meine freundlichsten Grüsse an Dr. Henry, wenn Du ihn siehst. Ein Brief von Dir wird immer angenehm sein Deinem ergebenen Freunde

Luke Howard.

T. Thomson an Dalton.

Glasgow, 14. April 1823.

Werter Herr! Ich benutze die Gelegenheit von Hrn. Davies' Durchreise durch Glasgow, um Ihnen den Empfang Ihres Briefes vom letzten Oktober, den Hr. Davies mir zu überbringen die Güte hatte, zu bestätigen. Es würde mir ein grosses Vergnügen gewesen sein, Hrn. Davies Absichten mit allen in meinen Kräften stehenden Mitteln zu fördern, aber sein Aufenthalt hier war zu kurz, um es ihm möglich zu machen, eine chemische Untersuchung vorzunehmen.

Meine atomistischen Arbeiten kommen nun zu einem Abschluss. Ich habe jetzt alle einfachen Körper untersucht bis auf fünf oder sechs, die so selten sind, dass ich schwerlich ihre Atome mit Erfolg werde untersuchen können. Fertig bin ich mit Gold, Platin, Rhodium, Iridium, und gegenwärtig mit dem Palladium beschäftigt. Auch eine grosse Menge von krystallinischen Salzen habe ich fertig gemacht und hoffe die Untersuchung später fortsetzen zu können. Die dreifachen Salze sind sehr zahlreich und krystallisieren im allgemeinen wunderbar. Die Liste der Salze werde ich fast verdoppeln können.

Ich bin gerade mit einer Untersuchung beschäftigt, um durch einfache und entscheidende Versuche das Verhältnis zwischen den Gewichten des Sauerstoff- und Wasserstoffgases, und zwischen Sauerstoff und Stickstoffgas festzustellen. Was ich bisher erreicht habe, lässt mich hoffen, dass ich Erfolg haben werde. Meine Winter-Vorlesung geht nun zu Ende, und dann werde ich mehr Zeit zum Experimentieren haben. Bitte übermitteln Sie Dr. Henry die Versicherung meiner grössten Hochachtung; ich wollte ihm schreiben, wurde aber unglücklicherweise unterbrochen. — Ich bin, werter Herr, Ihr getreuer

Thomas Thomson.

Glasgow, 19. April 1825.

Werter Herr! Ich weiss nicht, ob Sie die Atomtheorie aus dem Gesicht verloren haben, aber aus dem Werk, das diesen Brief begleitet und welches ich gerade veröffentlicht habe [1]), werden Sie ersehen, dass dieselbe, seitdem ich in Glasgow wohne, einen grossen Teil meiner Aufmerksamkeit in Anspruch genommen hat. Die Arbeit enthält das Ganze meiner Experimentaluntersuchungen während meines hiesigen Aufenthaltes. Wenn Sie sich die Mühe geben wollen, es durchzusehen, so werden Sie zugeben müssen, dass ich nicht träge gewesen bin. Meine Versuche zählen nach tausenden und sind alle mit soviel Sorgfalt ausgeführt, als der gegenwärtige Stand unserer

---

[1]) Das erwähnte Werk ist betitelt: Versuch, eines Aufbaues der Grundlagen der Chemie mit Hülfe des Experimentes. (1825).

Mittel zuliess. Die Resultate dünken mich wundervoll. Sie werden sehen, dass die Chemie nun zu dem Range einer mathematischen Wissenschaft emporgestiegen ist und dass mit Hülfe der Tabellen, die ich am Ende des zweiten Teiles gegeben habe, die Analysen künftig mit viel grösserer Genauigkeit ausgeführt werden können als bisher.

Ich hoffe das Vergnügen zu haben, Sie in Manchester um den Beginn des Junis zu sehen, da ich vorhabe, um diese Zeit nach London zu gehen, und Manchester mir am Wege liegt. Ich werde dann vielleicht hören, womit Sie beschäftigt sind, und ob Sie gerade etwas unter dem Hammer haben. — Ich bin, werter Herr, Ihr getreuer

Thomas Thomson.

Davy an Dalton.

Somerset-House, 10. Januar 1826.

Mein werter Herr! Ich war während dreier Wochen in Wales, aber ich habe die Notiz, auf welche Sie in Ihrem letzten Briefe anspielen, nie erhalten, falls ich Sie nicht missverstanden habe und dieselbe mit einer verwechsle, die vor meiner Abreise in meine Hände gelangte.

Sehr gefreut hat es mich, zu sehen, dass Sie der Royal Society die Ehre erwiesen haben, zu ihr in Beziehung zu treten. Ich werde derselben Ihre Arbeit mit vielem Vergnügen empfehlen [1]) und hoffe, dass es nicht die letzte sein wird, mit welcher Sie uns beehren.

Ein unendliches Vergnügen werde ich empfinden, wenn ich höre, dass die Verdienste, die Sie sich um die Wissenschaft erworben haben, voll anerkannt und gehörig belohnt werden, aber ich fürchte, dass in unserer Zeit philosophisches Verdienst wenig Aussicht hat, vom Staate oder vom Publikum

---

[1]) Jede der Royal Society vorgelegte Arbeit, muss wenn sie nicht von einem Mitgliede derselben herrührt, der Gesellschaft durch ein solches zur Aufnahme empfohlen werden. Da Dalton zu jener Zeit noch nicht Mitglied war, so bot sich ihm Davy an, dieses Amt zu übernehmen. K.

den verdienten Lohn zu empfangen und zumeist auf die Nachwelt hoffen muss.

Einen sicheren Lohn haben Sie aber doch in der Überzeugung, dass Sie nicht nur für sich selbst einen unvergänglichen Namen erreicht haben, sondern, dass Sie auch den Ruhm Ihres Vaterlandes durch die Aufstellung der Theorie der festen Proportionen erhöht haben. — Ich bin, werter Herr, Ihr aufrichtiger Freund

H. Davy.

Bemerkung.

Dalton's erste Mitteilung an die Royal Society war betitelt: „Über die Zusammensetzung der Atmosphäre", 1826, derselben folgten zwei andere, die in den Philosophical Transactions erschienen: „Über die Höhe des Nordlichts", 1828, und „Nachtrag zu einem Aufsatz über die Zusammensetzung der Atmosphäre; mit einigen Nachrichten über die Schwefelverbindungen des Kalks", 1837.

Gilbert [1]) an Dalton.

Eastbourne, Sussex, 6. August 1826.

Werter Herr! Ich schmeichle mir, dass Sie die Güte haben werden, mich zu entschuldigen, wenn ich Sie mit einer Angelegenheit belästige, welche im engsten Zusammenhange mit einigen Ihrer erfolgreichsten Untersuchungen steht, und an welcher ich jahrelang ein lebhaftes Interesse genommen habe.

Mitten zwischen den Minen von Cornwall auferzogen, umgeben von Dampfmaschinen, und selbst Besitzer solcher auf meinem eigenen Grund und Boden, ist meine Aufmerksamkeit von frühester Jugend an, d. h. zu einer Zeit, als Watt's Erfindung zuerst eingeführt wurde, auf die Theorie ihrer Konstruktion und auf die Grundprinzipien, nach welchen die Maschinen wirken, gerichtet gewesen.

[1]) Gilbert, Davies. Geb. 1767 Erth, Cornwall, gest. 1839 Eastbourne, Sussex. Wohlhabender Privatmann; hiess ursprünglich Giddy und nahm den Namen seiner Frau: Gilbert, 1817, einer grossen Erbschaft wegen, an. K.

Als ich im Jahre 1785 nach Oxford ging, erfuhr ich zuerst etwas von Dr. BLACK's so wichtiger Entdeckung der latenten Wärme. Alsbald wurde es mir klar, dass, wenn verschiedene 100 Grad Wärme bei der Verwandlung von Wasser in Dampf latent werden, und wenn etwa 40 Grad seine Kraft verdoppeln, ein ausserordentlicher Vorteil aus der Anwendung eines Dampfes von so grosser Kraft, wie ihn die Stärke des Materials nur irgend erlaubt, erwachsen müsste.

Jedoch übersah ich bei dieser Annahme gänzlich ein für die Berechnung sehr wichtiges Element. Ich nahm stillschweigend an, dass der auf 212° gebrachte Dampf bis auf 252° u. s. w. gebracht werden könne, ohne frischen Nachschub aus dem ihn erzeugenden Wasser zu erhalten, aber dies wird wegen der nicht leitenden Eigenschaft des Dampfes (voraussichtlich) nicht ausführbar sein, und infolgedessen werden, je nachdem das Wasser an Temperatur zunimmt, frische Quantitäten Dampf, welche latente Wärme mit sich führen, dem ersten zugeführt werden.

Folglich wird die Intensität des Dampfes, der von erhitzten Wasser in geschlossenen Gefässen bei verschiedenen Temperaturen abgegeben wird, ein Element von gleicher Bedeutung, wie die entsprechende Elastizität, werden.

Z. B., wenn die Wärme, die beim Übergang von Wasser in Dampf latent gemacht wird, 960° repräsentiert, und wenn die Wärmekapazität des Dampfes sich zu der des Wassers bei gleichem Gewichte wie 1.55 zu 1 verhält, und wenn mit 40° die Elastizität verdoppelt wird, dann wird, wenn wir als Einheit der Dichte die des Dampfes bei 212° und $= d$ seine Dichte bei 252° setzen, die latente Wärme im letzten Falle $= d \times 960$ sein. Die für die Temperatursteigerung absorbierte Wärme ist $d \times 40 \times 1.55 = d \times 62$; setzen wir das $= 2 \times 960$, in welchem Falle nichts gewonnen und nichts verloren wäre,

so ist $d \times 1022 = 1920$ oder $d = \frac{1920}{1022} = 1.88.$ [1])

[1]) Es handelt sich um eine einfache Berechnung der Dichte des Dampfes bei 252° F., unter der Voraussetzung, dass die Spannkraft bei dieser Temparatur 2 Atmosphären beträgt. K.

Ich nehme an, dass die Dichte nicht so gross ist, wie sie oben gefunden wurde; aber, dass sie in der That recht erheblich ist, geht aus dem geringen Vorteil, der aus der Anwendung hochgespannten Dampfes gegenüber dem verbrauchten Feuerungsmaterial gezogen wird, hervor.

Wenn Sie nun ein paar direkte Versuche oder auch nur Überlegungen angestellt haben, welche, da sie von Ihnen stammen, für mich ebenso ausschlaggebend wären, als die Versuche selbst, so würden Sie mich durch die Mitteilung derselben in hohem Masse verpflichten.

Während der Parlamentssitzung habe ich so vielerlei zu thun, dass ich keine Zeit finde, öffentliche Büchersammlungen zu besuchen, und als ich im vorigen Jahr alle die wertvollen Werke, mit welchen Sie die wissenschaftliche Welt bereichert haben, bestellte, wurde ich sehr enttäuscht, als ich erfuhr, dass sie vergriffen seien.

Ich darf mich wohl auf Ihr bekanntes Interesse an allem, was mit dem Vorwärtsschreiten auf allen Gebieten der Forschung und mit neuen Entdeckungen zusammenhängt, berufen, um die Freiheit, die ich mir nahm, mich an Sie zu wenden, zu entschuldigen, und verbleibe, werter Herr, Ihr sehr getreuer und ergebener Diener

Davies Gilbert. F. R. S.

T. Thomson an Dalton.

Glasgow, 8. Dezember 1826.

Werter Herr! Dieser Brief wird Ihnen durch meinen ehemaligen Assistenten Dr. Colquhoun übergeben werden, der geschäftlich nach Manchester musste und gern bei Ihnen eingeführt sein möchte. Derselbe ist ein sehr wohl unterrichteter Mann und ausgezeichneter Chemiker und wird Ihnen gut gefallen, wenn er nicht (wie das bisher hier mit allen meinen vielversprechenden Schülern der Fall war) in den Strudel des schier allmächtigen geschäftlichen Lebens, hineingerissen wird.

Er hat bereits verschiedene gute Arbeiten geschrieben, welche in den Annalen der Philosophie erschienen sind.[1])

Zur Zeit beschäftige ich mich hauptsächlich mit Mineralogie. Ich beabsichtige jedes bis jetzt noch nicht sorgfältig analysierte Mineral, soweit ich Proben davon erhalten kann, zu analyisieren.

BERZELIUS [2]) hat gerade eine sehr merkwürdige Arbeit veröffentlicht. Es giebt vier Stoffe, Sauerstoff, Schwefel, Selen und Tellur, die fähig sind, mit Säuren und alkalischen Basen Salze zu bilden. In dieser Weise bildet Sauerstoff alle bisher bekannten Salze. So

Stickstoff + Sauerstoff }
Kalium + Sauerstoff } bilden Salpeter.

Schwefel kann dem Sauerstoff substituiert werden und bildet eine gerade so zahlreiche Reihe von Salzen, als die bisher bekannten. So

Arsenik + Schwefel }
Kalium + Schwefel } bilden Arsenichtgeschwefeltes Schwefelkalium. [3])

Selen kann in der gleichen Weise den Sauerstoff und den Schwefel ersetzen und ebenso Tellur.

Ich bin, werter Herr, Ihr getreuer

THOMAS THOMSON.

Ich bitte Sie, Hrn. Dr. HENRY, wenn Sie ihn sehen, meine besten Empfehlungen zu übermitteln. Vor einiger Zeit sprach ich seinen Sohn auf der Durchreise nach Edinburg.

D. GILBERT an DALTON.

Eastbourne, Sussex, 15. Januar 1828.

Werter Herr! Heute morgen wurde ich durch Ihren Brief

---

[1]) Es sind nach dem Jahre 1826 noch 3 Arbeiten von Colquhoun, die letzte allerdings bereits 1829. erschienen. K.

[2]) Über die Schwefelsalze, Poggend. Annal. Bd. 6, 7 und 8. 1826. K.

[3]) Poggend. Annal. Bd. 7. 1826 p. 140. K.

vom 11. erfreut und beantworte ihn sofort, um Ihnen zu sagen, dass sich die Royal Society gewiss sehr glücklich schätzen wird, eine Mitteilung von Ihnen zu empfangen, durch welche Sie die Güte hatten, sie auszuzeichnen. Und zweifellos ist das Nordlicht [1]) eine jener merkwürdigen Erscheinungen, die jedermanns Aufmerksamkeit erheischt, da dieselbe mit der Höhe der Atmosphäre und mit der Elektrizität zusammenhängt, die ihrerseits wieder in innigsten Beziehungen zum Magnetismus steht.

Die monatlichen Ausweise über die von den Dampfmaschinen von Cornwall geleistete Arbeit gründen sich zweifellos auf Berechnungen über die Dimensionen der Cylinder, der Kolben und Wellen, der Länge des Zugs und des Hubs, und wenn Cylinder oder Kolben sich in messingenen Wellen von 12—18 Zoll Durchmesser bewegen und etwa 8—10 mal in der Minute Kolbenzüge von 8 oder 10 Fuss machen, so glaube ich nicht, dass das verloren gehende Wasser einen wesentlichen Teil des gehobenen ausmacht; jedenfalls geben ihre monatlichen Zusammenstellungen ein ausnahmsweise gut übereinstimmendes Resultat, und so scheint es, dass etwa $^2/_8$ des ganzen Verlustes durch die letzten Erfindungen erspart wird, und dies wird durch zollamtliche Berichte bestätigt.

Ich bin über Ihre Zustimmung zu meiner letzten Arbeit [2]) in den Philosophical Transactions sehr erfreut. Mit Bezug auf den besonderen Punkt muss ich selbst gestehen, dass ich von der vollkommenen Genauigkeit der abstrakten Annahme überzeugt bin, was auch immer das Resultat des Versuches sein mag, in der gleichen Weise, in der ein Widerstand völlig genau dem Quadrat der Geschwindigkeit pro-

---

[1]) Der Zusammenhang mit dem Beginn des Briefes ist der, dass Dalton eine Arbeit über die Höhe des Nordlichtes der Royal Society einliefern wollte. Dieselbe erschien auch in den Transactions. Vgl. oben S. 161. K.

[2]) On the expediency of assigning specific names to all such functions of simple elements as represent definite physical properties; with the suggestion of a new term in mechanics; illustrated by an investigation of the machine moved by recoil, and also by some observations on the Steam Engine. Phil. Trans. 1827 p. 25. K.

portional ist, obgleich es in irgend einem anderen physikalischen Fluidum doch nur annäherungsweise errichtet werden kann.

Nach dem Bericht für den letzten November hat eine der Maschinen 67 Millionen[1]) geleistet, und seither wurde ein Versuch in Gegenwart verschiedener Minenchefs gemacht, die zu dem Zwecke gekommen waren, mit anzusehen, wenn die Ziffer 64 Millionen überschritten würde.

Nach einer anderen Schätzungsmethode sind 67 Millionen geleistet durch ein Quantum Kohlen, das 81 Pfd. wiegt, was gleich dem Gewicht wäre, das bei einem Aufstieg von mehr als 151 Meilen gehoben würde.[1])

Morgen werde ich nach London gehen.

Wenn Ihre couvertierte Mitteilung weniger als eine Unze wiegt und nicht mehr als dieses Schreiben und mit der gleichen Post an mich gerichtet ist, so werde ich sehr glücklich sein, sie zu erhalten.

Glauben Sie, werter Herr, dass ich verbleibe Ihr Ihnen sehr verbundener und ergebener Diener

Davies Gilbert.

D. Brewster[2]) an Dalton.

Allerly bei Melrose, 16. März 1831.

Werter Herr! Da ich augenblicklich gerade mit Versuchen über den Bau des Spektrums und über die Absorption des Lichtes beschäftigt bin, bin ich sehr gespannt, zu hören, ob sich in Ihren Augen in Bezug auf Ihre Rotblindheit etwas geändert hat. Sie würden mich sehr verpflichten, wenn Sie mir

---

[1]) Es handelt sich um 67000000 Arbeitseinheiten, die hervorgebracht durch 81 Pfd. Kohle, eine Leistung repräsentieren, die dem Heben des gleichen Gewichtes auf 151 Meilen entspricht. K.

[2]) Brewster, David geb. 1781 Jedburgh, Roxburgsshire, Schottland gest. 1868 Allerly. Pharmaceut, Dr. iur. Advocat dann Prof. d. Physik an der Universität S. Andreas zuletzt an der zu Edinburg. K.

darüber berichten wollten, wie Ihrem Auge das Spektrum erscheint, wenn Sie durch ein Prisma Tageslicht betrachten, das durch einen engen longitudinalen Spalt fällt, der aus den Rändern fast ganz geschlossener Fensterläden gebildet wird. Sie werden verstehen, was ich damit bezwecke, wenn ich Ihnen mitteile, dass ich gefunden habe, dass das Spektrum aus 3 gleich langen Spektren, einem roten, einem gelben und einem blauen besteht, in der Weise, dass diese 3 Farben in allen Teilen des gewöhnlichen Spektrums vorhanden sind.[1]) Da nun aber Ihr Auge unempfindlich für rotes Licht ist, aber empfindlich für Gelb oder Blau, so sollte der rote Teil nicht verschwinden, sondern er müsste gelblich mit einem leichten Stich ins Blaue erscheinen, der gelbe sehr schwach.

Ich möchte auch wissen, ob weisse Gegenstände Ihnen gelblich mit einem Stich in's Blaue erscheinen, oder eher grün, wie sie erscheinen müssten, wenn das Auge unempfindlich für Rot ist. Selbstverständlich können Sie auch das rote Licht im Violet nicht erkennen.

In der nächsten Nummer meines Journals werde ich Ihre Arbeit über diesen Gegenstand aus den Verhandlungen von Manchester abdrucken.[2])

Vom 18. bis 25. Juli soll eine grosse Versammlung von Männern der Wissenschaft Grossbritanniens in York abgehalten

---

[1]) Seinen „Fund“ gab Brewster in der Arbeit bekannt: On a new analysis of solar light, indicating tree primary colours, forming coincident spectra of a equal length. Edinb. Royal. Soc. Trans. Vol. 12. 1834. p. 123. Die Arbeit wurde bereits 5 Tage nach diesem Brief am 21. März 1831 gelesen. K.

[2]) Gemeint ist die Arbeit Dalton's, welche den Titel führt: „Extraordinary Facts relating to the Vision of Colours, with Observations“; sie wurde am 31. Oktober 1794 vor der Gesellschaft gelesen und im Vol. 5, Teil 1, p. 28 der Manchester Memoires gedruckt, ist also die erste Abhandlung von Dalton in diesen Denkschriften. Vgl. Henry, Life of Dalton. S. 24. K.

werden. Es wäre sehr erfreulich, wenn Sie und Dr. HENRY an derselben teilnehmen könnten.[1])

Ich verbleibe, werter Herr, Ihr immer sehr getreuer

D. BREWSTER.

W. WHEWELL[2]) an DALTON.

Cambridge, 10. September 1831.

Mein werter Herr! Ich sende Ihnen die Abdrücke unserer Verhandlungen mit Ausnahme des ersten Teiles, den Sie, wie Sie erwähnten, bereits besitzen und bitte Sie, dieselben der Philosophical and Literary Society zu Manchester namens der Philosophical Society von Cambridge zu überreichen.

Ich nehme mir zugleich die Freiheit, ein Paket an Dr. TRAILL beizupacken, und wird es Ihnen hoffentlich nicht unbequem sein, dasselbe mit einer der gewöhnlichen Gelegenheiten nach Liverpool zu senden.

Ich habe mich mehrfach nach Miss HAGUE erkundigt, die, wie ich Ihnen mitteilte, ein ähnliches Augenübel hat wie Sie, doch habe ich bisher noch keine Einzelheiten über ihren Fall gehört. Prof. CUMMING erzählte mir jedoch, Dr. WOLLASTON habe ihm von einem Fall berichtet, in welchem eine Dame einen Rubin von einem Smaragd nur der Gestalt nach unterscheiden konnte, und der eine falbe Farbe ebenso wie eine hellgrüne erschien.

Ich bitte Dr. HENRY und den anderen lieben Freunden, die ich das Vergnügen hatte, in Manchester kennen zu lernen, meine Hochachtung auszusprechen, und bin, werter Herr, Ihr sehr ergebener

W. WHEWELL.

---

[1]) Dalton nahm, wie wir aus Henry, p. 172 erfahren, an diesem: „First meeting of the British Association for the Advancement of Science" in York teil und wohnte, so lange es seine Gesundheit erlaubte, den jährlichen Kongressen mit regem Interesse bei. K.

[2]) Whewell, William. Geb. 1794 Lancaster, Lancastershire, gest. 1866 Cambridge. Prof. d. Mineralogie dann der Moraltheologie und Vicekanzler der Universität Cambridge. K.

T. Thomson an Dalton.

Primrose, 10. Mai 1834.

Werter Herr! Sie werden es hoffentlich entschuldigen, wenn ich mir die Freiheit nehme, Ihnen meine Beobachtungen über Hrn. Graham's Gesetz der Diffusion der Gase zu unterbreiten. Ich war sehr erfreut, von Dr. Henry zu hören, dass Sie die Ansicht, die ich mir darüber gebildet habe, für richtig und einwandfrei halten. Meine Absicht bei der Veröffentlichung dieser Beobachtungen war ganz allein der Wunsch, dass die von Graham aufgefundenen Thatsachen, die eine so schlagende Bestätigung Ihrer bewundernswerten Theorie von dem Aufbau der Gasgemenge beibringen, nicht allgemein so missdeutet würden, als es von Graham geschehen ist, der glaubt, in denselben eine neue Eigenschaft der Gase, die durch keine vorhandene Theorie erklärt werden könne, entdeckt zu haben.[1]) — Ich verbleibe, werter Herr, mit vollkommener Hochachtung, Ihr getreuer

Thomas Thomson.

Bemerkung.

Dieser Brief stammt von dem Kattundrucker T. Thomson in Primrose und nicht von dem Prof. der Chemie T. Thomson in Glasgow.

J. Dalton an H. Dalton.

Kendal, 14. Dezember 1834.

Verehrter Freund Henry Dalton! Ich habe die schmerzliche Pflicht, Dir den Tod meines Bruders Jonathan Dalton zu melden; er starb am Morgen des 11. dieses Monats, nach dem vor ein paar Tagen seine Schmerzen heftig zugenommen

---

[1]) Thomas Graham's Arbeit ist: On the law of the diffusion of gases. Edinb. Roy. Soc. Trans. Vol. 12. 1834 p. 222; Thomas S. Thomson's Entgegnung: Observations on Mr. Graham's law of the diffusion of gases, findet sich Phil. Mag. Vol. 4 1834 p. 321. K.

hatten. Ich denke, das jede Erleichterung, die ihm helfen konnte, ihm geboten wurde. Am Abend des 11. erhielt ich die Nachricht und traf am 12. hier ein. Die Beerdigung ist auf morgen früh festgesetzt.

Aus seinem Testament ersehe ich, dass er mir all sein unbewegliches und bewegliches Vermögen hinterlassen und mich zum einzigen Testamentsvollstrecker ernannt hat. Mit dem Stande des unbeweglichen Vermögens bist Du bekannt; das bewegliche Vermögen ist sehr gering, und die Schulden sind bedeutend, nahezu 900 Pfund, aber mehr als die Hälfte davon schuldete er mir.

Ich fand Deinen Brief vom 9. Juli 1834 mit einer Bemerkung, dass er am 12. beantwortet wurde. Da ich höre, dass mein Bruder Dir erst vor drei oder vier Wochen schrieb, (resp. Dir durch einen Gehülfen schreiben liess,) und bisher keine Antwort eingetroffen ist, so hielt ich es für schicklich, Dich von den gegenwärtigen Verhältnissen ohne Zögern in Kenntnis zu setzen.

Da ich nicht daran zweifle, dass mein Bruder mit Deiner Vermittlung zufrieden war, so hoffe ich, dass Du sie auch mir gegenüber weiterführst. Wenn die letzte Halbjahrsrente einläuft und die Ausgaben gedeckt sind, dürfte das beste sein, das Geld an W. D. Crewdson & Sohn, Bankiers hier, zu senden, damit sie es auf mein Konto setzen, und von ihnen eine Empfangsbescheinigung zu verlangen, und sie sollen mir Nachricht geben, wie es am besten passt.

Sollte irgend etwas vorfallen, was meine Aufmerksamkeit erfordert, so ist meine Adresse 40 George Street oder 27 Falknerstreet, aber auch Dr. Dalton, Manchester, dürfte genügen.

Da ich so weit von Eaglesfield wohne, kann ich es nicht oft besuchen, aber niemand weiss, was sich zutragen kann.

Während meines zwei- bis dreiwöchentlichen Aufenthaltes in London im vorigen Frühling hatte ich Gelegenheit, ein- oder zweimal bei meinem Namensvetter in Regent Street vorzusprechen.

Ich frankiere den Brief, der grösseren Sicherheit der Bestellung wegen, nicht.

Mit dem Ausdruck meiner Hochachtung für Dich und Deine Familie und für die wenigen Freunde, die ich in Eaglesfield noch habe, verbleibe ich Dein getreuer

JOHN DALTON.

P. S. Ich werde mich hier zwei oder drei Tage aufhalten.

Basel, 31. Juli — 29. August 1897.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

MONOGRAPHIEEN

AUS DER

GESCHICHTE DER CHEMIE

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. GEORG W. A. KAHLBAUM

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT BASEL.

III. HEFT.

BERZELIUS' WERDEN UND WACHSEN

1779—1821

VON

H. G. SÖDERBAUM.

MIT EINEM TITELBILD.



LEIPZIG.

JOHANN AMBROSIUS BARTH.

1899.

Die

Monographieen

aus der

Geschichte der Chemie

wollen einem, wie es uns dünkt, vorhandenen Bedürfnis entgegenkommen.

Jahr um Jahr werden Gedenkblätter an diesen oder jenen Fachgenossen, auf dieses oder jenes chemische Ereignis herausgegeben, die alle wertvolles Material zu der ja noch immer nicht geschriebenen Geschichte unserer Wissenschaft beibringen. Lokale Erinnerungstage sind meist die äusserliche Veranlassung. Die Arbeiten finden eine örtliche Verbreitung, werden an ein paar Freunde versandt und — werden vergessen.

Spätere Forscher, denen das Zusammengetragene als nützliche Bausteine dienen könnte, kennen die Arbeiten dann entweder überhaupt nicht oder sie suchen dieselben vergebens.

Wer andererseits selbständige, historische Studien treibt, der findet, sobald es sich um ausgedehntere Arbeiten handelt, nicht leicht ein Organ für die Veröffentlichung; was davon erscheint, ist meist so gut wie begraben in den Berichten, Mitteilungen oder Verhandlungen der, über unser ganzes Vaterland verbreiteten, naturwissenschaftlichen Vereine oder Gesellschaften. Ja, wir möchten glauben, dass manch einer von der Bearbeitung einer reizvollen, historischen Aufgabe zurückgehalten wird, weil er nicht recht weiss, wohin später damit.

Und doch ist die Wichtigkeit historischer Forschung auch für die Naturwissenschaften längst erkannt, ist der historische Sinn in unserem Volke zweifellos im Wachsen und sind der Arbeiter so viele, dass auch für solche Filigranarbeit wissenschaftlicher Forschung es nicht an schaffensfreudigen Werkgenossen fehlen dürfte! —

Den gerügten Mängeln wollen die „Monographieen" abhelfen; in zwanglosen Heften, dem Bedürfnis entsprechend, sollen sie erscheinen, über das ganze weite Gebiet unserer mehrtausendjährigen Wissenschaft sich verbreitend, gesammelt von dem Herausgeber, der sich durch dauernde Arbeit gerad' auf dem Felde historisch chemischer Forschung dazu nicht ganz unberechtigt glaubt.

Erschienen bez. im Erscheinen begriffen sind:

I. Heft. **Die Einführung der Lavoisier'schen Theorie im Besonderen in Deutschland.** Über den Anteil Lavoisier's an der Feststellung der das Wasser zusammensetzenden Gase. Von Georg W. A. Kahlbaum und August Hoffmann. XI, 211 Seiten. 1897. M. 4.—, geb. M. 5.30

Das Buch enthält einen weiteren Zug für das eigentümliche Charakterbild Lavoisiers, welcher bei hoher Begabung und lebendigstem Interesse für die reine Wissenschaft es nicht verschmähte, wissenschaftliche Thatsachen, deren Entdeckung anderen angehörte, sich zu Unrecht anzueignen. Dem Buche liegen nicht weniger als 454 Quellenschriften zu Grunde.

II. Heft. Henry E. Roscoe und A. Harden: **Die Enstehung der Dalton'schen Atomtheorie in neuer Beleuchtung.** Ins Deutsche übertragen von Georg W. A. Kahlbaum. XVI, 172 Seiten, mit Dalton's Porträt und 6 Tafeln. 1898. M. 6.—, geb. M. 7.30

Es wird hier wesentlich Neues, ja geradezu Umgestaltendes geboten. Es erklärt sich dies daraus, dass neuerdings eine ganze Anzahl von Dalton selbst verfasster Vorlesungsnotizen und Laboratoriumstagebücher aufgefunden sind, aus welchen hervorgeht, dass unsere bisherige Auffassung von der Entstehung der Atomtheorie eine durchaus irrige ist.

(*Fortsetzung auf der 3. Seite des Umschlags.*)

MONOGRAPHIEEN

AUS DER

GESCHICHTE DER CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. GEORG W. A. KAHLBAUM

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT BASEL.

„Historische Studien gehören sehr wesentlich mit zur wissenschaftlichen Erziehung."
MACH, Prinzipien der Wärmelehre.

DRITTES HEFT.

LEIPZIG.
JOHANN AMBROSIUS BARTH.



BERZELIUS'

WERDEN UND WACHSEN

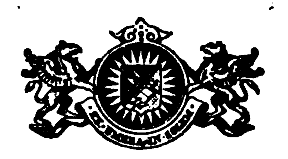
1779—1821.

VON

H. G. SÖDERBAUM

MITGLIED DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN STOCKHOLM.

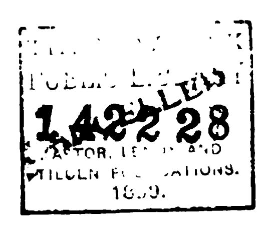
MIT EINEM TITELBILD.



LEIPZIG.

JOHANN AMBROSIUS BARTH.

1899.



Vorbemerkung des Herausgebers.

Ausser ROSES akademischer Rede von 1851 besassen wir in Deutschland noch immer keine Biographie des Mannes, der durch seine Schüler, die beiden ROSE's, MITSCHERLICH, CHRISTIAN GOTTLOB GMELIN, FRIEDRICH WÖHLER, wenn wir nur einige nennen und von seiner andern Thätigkeit ganz schweigen wollen, wie wenige zur Entwicklung der Chemie in unserem Lande beigetragen hat. Das war ein Mangel, dem abgeholfen werden musste. Da nahte der 7. August 1898, BERZELIUS' 50. Todestag, und mit ihm ein geeigneter Anlass, des grossen Forschers besonders zu gedenken.

Dass des BERZELIUS Biographie nur von einem Schweden recht geschrieben werden konnte, da doch das ganze Material in Schweden sich befindet, stand mir fest. So wandte ich mich deshalb zunächst an Prof. BLOMSTRAND in Lund, der, ganz noch in der Tradition des BERZELIUS aufgewachsen, dafür wie wenige berufen schien. Jedoch bevor er noch ans Werk schreiten konnte, ward er von uns genommen. Das verzögerte die Ausführung des Planes; denn als dann in der Person des Hrn. Dr. H. G. SÖDERBAUM, der schon mehrfach auf dem Gebiet der Geschichte der Chemie in ausgezeichneter Weise sich bethätigt hatte, der beste Ersatz gefunden war, war so viel Zeit ins Land gegangen, dass es nicht mehr möglich, den gestellten Termin inne zu halten.

Und noch ein anderes Hindernis trat ein. Wer eine BERZELIUS-Biographie schreiben wollte, durfte nicht auf die Be-

nutzung des Briefwechsels zwischen Wöhler und Berzelius verzichten; der aber war, wenn auch im Besitz der Kgl. Akademie in Stockholm, doch unzugänglich. Bis zu dem Termin seines 100. Geburtstages, bis zum Jahre 1900, hat Wöhler die Benutzung gesperrt, und damit die Möglichkeit, die Geschichte der letzten 25 Jahre von Berzelius' Leben zu schreiben, für jetzt verhindert. Das heisst für jene Zeit, in der Berzelius, in sich selbst gefestigt, fertig da stand, die Zeit, in der er, mit seinem Jahresbericht, der 1821 zum erstenmal erschien, sich zum Mittelpunkt des ganzen damaligen chemischen Lebens machte.

So war denn für jetzt nur die Zeit des Wachsens und Werdens, seine Entwicklungsgeschichte, zu schreiben; mag die Darstellung des Gewordenen einem 2. Teile vorbehalten bleiben.

Das dem Büchlein mitgegebene Bild von Berzelius ist nach einem Biskuit-Medaillon ausgeführt, das in der Kgl. Porzellanmanufaktur zu Sèvres bei Paris, während Berzelius' Anwesenheit, 1820 hergestellt, und von Berzelius an Wöhler geschenkt wurde. Von diesem kam es an Prof. Jòy in New-York, und, auf dem Wege der Erbschaft, von da in den Besitz von dessen Neffen, Hrn. Privatdocenten Dr. H. Rupe in Basel, der mir die Reproduktion gütigst gestattete. Das Bild ist bisher meines Wissens nicht veröffentlicht.

Das Manuskript wurde von Herrn Dr. Söderbaum in deutscher Sprache niedergeschrieben, und zwar so fehlerlos, dass ich nur an ganz wenigen Stellen zu glätten und zu ebnen nötig hatte.

Basel, am 25. Juli 1899.

Georg W. A. Kahlbaum.

Vorwort.

Vergangenen Herbst waren gerade fünf Jahrzehnte verflossen, seitdem Berzelius sein thatenreiches Leben beschloss. Die schwedische Akademie der Wissenschaften, welcher der berühmte Forscher während 40 Jahren (wovon 30 Jahre als deren ständiger Sekretär) angehört hatte, veranstaltete deshalb in Stockholm, der Stadt, wo er 46 Jahre gelebt und gewirkt, zum Andenken an die 50. Wiederkehr des bedeutungsvollen Tages eine stimmungsvolle Feier (am 7. Oktober 1898), welcher zahlreiche Delegierten gelehrter Gesellschaften inner- und ausserhalb Schwedens, deren Mitglied Berzelius bei seinen Lebzeiten gewesen, beiwohnten.

Als der Verfasser vorliegender Schrift den ehrenvollen Auftrag seitens des Herausgebers der „Monographieen aus der Geschichte der Chemie" erhielt, für dieses Sammelwerk einen dem Berzelius gewidmeten Teil auszuarbeiten, hegten beide die Hoffnung, diese Arbeit zur obenerwähnten Gedächtnisfeier als einen Huldigungsakt vorlegen zu können, was in diesem Falle um so mehr am Platz gewesen wäre, als eine ausführliche Berzelius-Monographie bisher nur schwedisch existiert. Nicht vorherzusehende Umstände hatten jedoch den Beginn der Arbeit schon damals wesentlich verzögert, so dass dieselbe erst jetzt, ungefähr ein Jahr später als ursprünglich beabsichtigt, der Öffentlichkeit übergeben werden kann.

Während des Fortgangs der Arbeit zeigte es sich übrigens gar bald, dass in ihrer Anlage recht bedeutende Einschränkungen

zu machen waren, sollte sie nicht einen Umfang annehmen, der mit dem Plane dieser Monographieen unvereinbar wäre. Denn so vielseitiger und dabei durchgreifender Art ist in der That die wissenschaftliche Bedeutung BERZELIUS', dass eine, auch nur annähernd erschöpfende Schilderung derselben beinahe mit der Entwicklungsgeschichte der Chemie während der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts zusammenfallen würde.

Hierzu kommt noch ein anderer Umstand. Eine besonders wichtige Quelle für eine künftige, vollständige BERZELIUS-Biographie ist heute noch der Forschung unzugänglich, nämlich BERZELIUS' Briefe an seinen Lieblingsschüler und vieljährigen Vertrauten, FRIEDRICH WÖHLER. Diese Briefsammlung, welche im Besitze der schwedischen Akademie der Wissenschaften ist, wird laut der letztwilligen Verfügung WÖHLERS versiegelt aufbewahrt und darf nicht vor dem Jahre 1900 geöffnet werden. Sie dürfte allem Anscheine nach, in hohem Grade wertvolle Beiträge zur Beurteilung BERZELIUS' als Mensch und Forscher enthalten.

Schon aus diesem Grunde schien es angemessen, die Schilderung einstweilen nicht weiter auszudehnen als bis zu der Periode, wo der erwähnte Briefwechsel seinen Anfang nimmt, d. h. bis zur ersten Hälfte der zwanziger Jahre. Ein eigentümlicher Zufall hat es gewollt, dass diese durch einen rein äusseren Umstand beendigte Grenzlinie, weit entfernt davon, eine künstlich konstruierte zu sein, im Gegenteil eine höchst natürliche ist; ja noch mehr, dass sie, falls es sich von vornherein darum gehandelt hätte, BERZELIUS' Wirken in zwei getrennte Abschnitte einzuteilen, thatsächlich als die natürlichste Grenzlinie hätte gezogen werden müssen.

Gerade der Anfang der zwanziger Jahre bildet nach mehr als einer Richtung hin einen Wendepunkt in BERZELIUS' Leben und Wirken, sofern man überhaupt von Wendepunkten sprechen kann in einem Leben, das so ruhig und arm an äussern Ereignissen verlief wie das seinige. Kurz zuvor (1818) war er zum ständigen Sekretär der schwedischen Akademie der Wissenschaften ernannt worden, eine Auszeichnung, die er selbst sehr hoch anschlug, die seiner bürgerlichen Stellung teilweise ein anderes Gepräge verlieh, und die ihm offenbar weit mehr zu-

sagte als der ermüdende und wenig Abwechslung darbietende elementare Unterricht an der medizinischen Hochschule. Auch seine private, für die Wissenschaft ungleich bedeutungsvollere Lehrthätigkeit als Wegweiser für jüngere Adepten der Chemie tritt Anfang der zwanziger Jahre in ein neues Stadium, das als das europäische bezeichnet werden könnte, während seine diesbezügliche Wirksamkeit vorher vorzugsweise auf sein engeres Vaterland beschränkt war. Gleichzeitig kann in seinem stets lebhaft unterhaltenen Verkehr mit ausländischen Fachgenossen eine immer deutlicher hervortretende Verschiebung von der gelehrten Welt Frankreichs und Englands nach derjenigen Deutschlands wahrgenommen werden.

Was ferner sein wissenschaftliches Wirken als Schriftsteller angeht, so stand sein theoretisches System gerade um diese Zeit in seinen wesentlichen Teilen fertig da und wurde auch einem ausgedehnteren Leserkreis zugänglich (Essai sur la cause des proportions Chimiques, 1819; Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen, 1820); ebenso wie auch die Resultate seiner grossen Experimentaluntersuchung über die chemischen Gewichtsverhältnisse erst jetzt in einigermassen abgerundeter Form vorlagen (Atomgewichtstafel von 1818). Seine wissenschaftliche Thätigkeit, die bis dahin wesentlich eine neuschaffende gewesen war, lief von nun an, wenigstens in ihren grossen Hauptzügen, mehr darauf hinaus, früher gewonnene Resultate und Anschauungsweisen zu vervollständigen und zu befestigen. Hierzu kommt noch als ein neues Moment die 1821 begonnene und bis zu seinem Tode fortgesetzte Herausgabe der berühmten Jahresberichte. Endlich möge nicht unerwähnt bleiben, dass die bedeutungsvollste Umgestaltung, welche die theoretische Auffassung Berzelius' im Laufe seiner fünfzigjährigen Autorschaft erfahren hat, eben in die fragliche Periode fällt. Man hat nämlich vielen Grund, sein endgültiges Aufgeben der bis dahin mit grosser Ausdauer verfochtenen Ansicht von der zusammengesetzten Natur der Salzbildner und des Stickstoffs in den Anfang der zwanziger Jahre zu verlegen, eine Bekehrung, die eine, wenn auch nur teilweise, doch immerhin durchgreifende Änderung in seiner Salztheorie zur Folge hatte.

Aber auch innerhalb des so erheblich begrenzten Rahmens der beiden ersten Jahrzehnte dieses Jahrhunderts war es im Interesse grösserer Übersichtlichkeit geboten, eine gewisse Auswahl zu treffen: daher beschäftigt sich vorliegende Arbeit im wesentlichen mit vieren der für die Entwicklung der Chemie wichtigsten Momente der früheren Thätigkeit BERZELIUS', nämlich a) mit den elektrochemischen Untersuchungen, die vor allen andern dem Anfang der wissenschaftlichen Produktion BERZELIUS' ihr Gepräge verleihen; b) seiner sogen. dualistischen Theorie oder der LAVOISIER-BERZELIUS'schen Sauerstofftheorie, wie sie mit Rücksicht auf ihren eigentlichen Kern und ihren unmittelbaren genetischen Zusammenhang mit dem Lehrgebäude LAVOISIERS richtiger genannt werden könnte; ferner c) mit der für die exakte, zahlenmässige Behandlung der Chemie so überaus bedeutungsvollen Riesenarbeit über die bestimmten Proportionen und endlich d) mit der für die formelle Entwicklung unserer Wissenschaft nicht weniger grundlegenden Einführung der chemischen Zeichensprache.

Diesen vier Abteilungen, welche jede für sich, der Darstellung nach, ein abgeschlossenes Ganzes bilden, ist eine Skizze der Kindheits- und Jugendschicksale BERZELIUS', die für seine spätere Entwicklung keineswegs ohne Bedeutung waren, als Einleitung hinzugefügt worden, und dies u. a. mit besonderer Rücksicht darauf, dass eine solche Schilderung in deutscher Sprache bisher fehlte.

Als Quellen sind bei der Darstellung der wissenschaftlichen Thätigkeit BERZELIUS' in erster Linie seine eigenen, in schwedischer Sprache herausgegebenen Originalarbeiten benutzt worden, was hier besonders hervorgehoben sei, da mehrere Abweichungen von bisherigen Angaben, vor allem was die chronologischen Daten anbetrifft, hierdurch ihre Erklärung finden. Da aber diese Originalschriften dem deutschen Leser in der Regel verhältnismässig schwer zugänglich sein dürften, sind an vielen Stellen Hinweisungen an die betreffenden deutschen Übersetzungen oder Bearbeitungen hinzugefügt worden, wo solche überhaupt vorhanden waren. An wenigen Stellen, wo das schwedische Original einer englischen oder französischen Übersetzung an Ausführlichkeit oder Vollständigkeit nach-

stand, sind auch letztere der Darstellung zu Grunde gelegt worden.

Für die persönlichen Angaben sind die ältesten schwedischen BERZELIUS-Nekrologe von der Mitte des Jahrhunderts kritisch benutzt worden, wobei demjenigen, welcher M. M. AF PONTIN zum Verfasser hat, eine besondere Bedeutung beigemessen wurde, teils weil PONTIN schon von seinen Studienjahren an BERZELIUS' Freund und Vertrauter war, der somit viele der geschilderten Ereignisse selbst mit erlebt hat, teils weil seine Gedächtnisrede unter Zugrundelegung der eigenhändigen selbstbiographischen Aufzeichnungen BERZELIUS' ausgearbeitet worden ist.

Endlich war es in vielen Fällen möglich, ergänzende oder berichtigende Angaben durch das Studium der von BERZELIUS nachgelassenen Briefsammlung zu erhalten, die zum grossen Teil in der Bibliothek der königl. schwedischen Akademie der Wissenschaften in Stockholm aufbewahrt wird.

Gothenburg im Mai 1899.

Der Verfasser.

Inhalt.

I. Kapitel. Seite

Berzelius' Jugend- und Studienjahre 1

II. Kapitel.

Periode der elektrochemischen Untersuchungen 26

III. Kapitel.

Die Lavoisier-Berzelius'sche Sauerstofftheorie 66

IV. Kapitel.

Die bestimmten Proportionen 136

V. Kapitel.

Die chemische Sprache 194

I.

BERZELIUS' Jugend- und Studienjahre.

BERZELIUS entstammt einem ostgothischen Geschlechte, dessen Ursprung man bis in den Anfang des siebzehnten Jahrhunderts verfolgen kann. Das älteste uns bekannte Familienhaupt, der Bauer JÖNS HÅKANSSON [1]), geboren 1612, pachtete das steuerfreie adlige Gehöft Bergsäter [2]) im Kirchspiel Motala in der Statthalterschaft Linköping. Sein Sohn BENKT, später Prediger, legte sich nach dem Pachtgut seines Vaters den Namen BERZELIUS bei [3]). Auch sein Enkel JÖNS (JOANNES BENEDICTI) widmete sich dem Priesterstande und wurde zuletzt Pfarrer in den Gemeinden Rök und Heda im Linköpinger Stift. Dieser JÖNS BERZELIUS hatte acht Kinder, darunter einen Sohn SAMUEL, supremus collega scholæ in Linköping, der sich mit ELISABETH DOROTHEA, einer Tochter des Advokaten JACOB SJÖSTEEN, verheiratete. Der Ehe entspross 1779 ein Knabe, der nach seinen Grossvätern väter- und mütterlicherseits die Namen JÖNS JACOB [4]) erhielt. Durch ihn sollte der bis dahin wenig bekannte Name der Priesterfamilie einen Weltruf erlangen.

Über den Tag der Geburt BERZELIUS' gehen sonderbarer-

---

[1]) Von PONTIN unrichtig JAKOBSSON genannt; Biografi öfver J. J. BERZELIUS, K. Vetenskaps Akademiens Handlingar för år 1848, S. 195.

[2]) wird auch Bergsätra geschrieben, l. c.

[3]) ursprünglich BERGSELIUS, PONTIN S. 195; RYDQVIST, Inträdes-tal. Svenska Akademiens Handlingar ifrån år 1796, Bd. 25. S. 16.

[4]) Siehe Beilage I.

weise die Ansichten auseinander. PONTIN[1]) giebt den 29. August an; dagegen verzeichnen so gut wie alle späteren schwedischen Biographen z. B. J. E. RYDQUIST [2]), P. A. SILJESTRÖM [3]), C. G. MOSANDER [4]), P. T. CLEVE [5]) u. a. den 20.; während man in den meisten ausländischen historischen und biographischen Arbeiten selbst bis in die Gegenwart die PONTIN'sche Angabe wiederfindet [6]). BERZELIUS selbst nennt ausdrücklich den 20. August seinen Geburtstag [7]), und dass dieses Datum in der That das richtige ist, wird zum Überfluss noch durch das Kirchenbuch der Wäfversundaer Gemeinde bezeugt [8]).

Die Gegend, wo BERZELIUS' Wiege stand, liegt anmutig an dem östlichen Abhang des Omberges zwischen den Seen Tåkern und Wettern in der Provinz Ostgothland. Hier und zwar im Wäfversundaer Kirchspiel besassen seine Eltern ein kleines Gehöft, das den Namen Wäfversundaer Sörgård (Südhof) führte; hier scheinen sie gewohnheitsmässig die Sommerferien verbracht zu haben, und hier erblickte der junge JÖNS JACOB das Licht der Welt.

Die Natur dieser Gegend ist ebenso mild und freundlich wie einfach und schmucklos; man könnte versucht sein, sie mit der Gemütsart des Mannes zu vergleichen, der hier geboren wurde, mit dem Gleichgewicht seiner Seele, wie es sich nach den harten Prüfungen seiner Jugend entwickelt hatte. Denn zahlreich waren die Unbilden, die sich BERZELIUS schon in

---

[1]) Biografi S. 196.

[2]) Inträdes-tal S. 16.

[3]) Minnestal S. 7 (1849).

[4]) Tal vid svenska läkare-sällskapets minnesfest 1850 S. 2.

[5]) Nordisk Familjebok II S. 366.

[6]) wie z. B. J. C. POGGENDORFF, Biograph. liter. Handwörterbuch I. S. 172; E. v. MEYER, Geschichte d. Chemie, Lpz. 1889, S. 165; C. SCHAEDLER. Biogr.-litterar. Handwörterbuch der wissenschaftl. bedeutenden Chemiker S. 11 u. a. m.

[7]) Brief von BERZELIUS an HEINRICH ROSE 20. 8. 1838; Handschr.-Sammlung d. schwed. Akad. d. Wissenschaften.

[8]) Siehe Beilage I. Vgl. auch F(RIEDRICH) W(ÖHLER) Jugenderinnerungen eines Chemikers. Deutsch. chem. Gesell. Berichte Bd. 8. 18[illegible] 846: „In dem Dorfe Roklösa (soll wohl Rogslösa sein) verweilten w[ir] einige Stunden bei dem ehrwürdigen Pfarrer EK, ... der mir das Kirc[hen]buch zeigte, in dem BERZELIUS' Geburt eingetragen war (20. August 177[9]

seinen Jünglingsjahren hemmend entgegenstellten. Eine freudlose Kindheit, eine durch Armut, Missgeschick und Verkennung seiner Anlagen getrübte Jugend hatte er durchzumachen, bevor sein Genius sich zu vollem Glanze entfalten konnte.

Sein Vater, der Magister SAMUEL BERZELIUS, starb schon im Jahre 1783 [1]) und liess seine Gattin mit zwei noch zarten Kindern — dem vierjährigen JACOB und einem Mädchen FLORA — in ziemlich dürftigen Verhältnissen zurück. Die Mutter ging 1785 eine neue Ehe ein mit dem damaligen Pastor an der deutschen Gemeinde in Norrköping ANDREAS EKMARCK, dem späteren Pfarrer in Ekeby und Rinna. Diese Ehe währte indessen nur kurze Zeit, denn die Gattin starb schon nach zwei Jahren (1787) [2]), und der kleine BERZELIUS stand im Alter von acht Jahren vater- und mutterlos in der Welt, versehen obendrein mit nur sehr spärlichen Mitteln, denn sein Erbteil bestand aus 200 Reichsthalern und einem sehr kleinen Anteil an dem Wäfversundaer Sörgård [3]).

Während der nächstfolgenden Jahre durfte der Knabe in dem EKMARCK'schen Hause verbleiben, wo seine Tante FLORA SJÖSTEEN [4]) eine Zeitlang die mütterliche Aufsicht über die grosse Kinderschar führte. Hier genoss das elternlose Kind eines notdürftigen Unterrichts, teils bei den Hauslehrern seiner Stiefbrüder, teils und mit grösserem Erfolge bei seinem Stiefvater selbst. Dieser wird als ein achtungswerter und gottesfürchtiger Mann geschildert, als ein Mann „von exemplarischer Tugend und ungewöhnlicher Gelehrsamkeit, ausgestattet mit einer glücklichen Fähigkeit und einem grossen Hang, Kinder zu erziehen und zu unterrichten" [5]). Neben dem Religionsunterrichte versäumte er nie, in den Kindern Neigung zum Studium der Natur zu erwecken und durch tägliche Ausflüge ins Freie ihre Wissbegier nach dieser Richtung hin anzufachen. Damals wie heute nahm im Vaterlande LINNÉ's beim naturhistorischen Unterricht die Pflanzenkenntnis eine

---

[1]) PONTIN, Biografi S. 195; ANREP, Svenska adelns ättartaflor I, S. 174.
[2]) Svenska Ättartal (5) Stockholm 1889 S. 146.
[3]) PONTIN, Biografi S. 197.
[4]) Später mit dem Kaufmanne BROMANDER verheiratet; siehe unten.
[5]) MOSANDER, Tal etc. S. 3.

dominierende Stellung ein, und für den jungen BERZELIUS, wie für so manchen anderen schwedischen Knaben, wurde das Sammeln und die Bestimmung der auf der heimatlichen Flur blühenden Gewächse die erste Leseübung in dem grossen Buche der Natur. Die geradezu ungewöhnliche Beobachtungsgabe des Kindes entging hierbei dem pädagogischen Scharfblick des Pflegevaters nicht, und man erzählt sich, dass er den prophetischen Ausspruch gethan habe: „JACOB, du hast Anlage, in LINNÉ's Fusstapfen zu treten"! — — EKMARCK wurde alt genug [2]), um zu sehen, in wie kaum geahnter Weise seine Prophezeiung in Erfüllung ging. Er hatte noch die Freude zu erleben, dass der Name seines Stiefsohnes demjenigen des „Blumenkönigs" LINNÉ an Ruhm nichts nachgab.

Die verhältnissmässig sorglose Zeit im EKMARCK'schen Hause war indessen nur von kurzer Dauer. Im Jahre 1791 ging EKMARCK eine dritte Ehe ein und durch den Familienzuwachs wurde das Haus zu eng: die beiden Waisenkinder, JACOB und seine Schwester FLORA, wurden nun von einem andern Verwandten, ihrem Onkel und Vormund, dem Lieutenant SJÖSTEEN in Wäfversunda, welcher selbst sieben eigene Kinder zu versorgen hatte, aufgenommen [3]). Dieser meinte es mit seinen Pflegekindern zwar sehr gut, konnte aber nicht verhindern, dass BERZELIUS von den übrigen Mitgliedern der Familie mehr als ein beschwerlicher Kostgänger denn als Verwandter betrachtet und behandelt wurde. Das war eine Zeit bitterer Demütigung und peinvoller Abhängigkeit, die in dem zarten Gemüte des Kindes lange einen bitteren Stachel zurückliess. BERZELIUS spricht sich selbst darüber aus: „Meine Lage während dieser Jahre hinterliess einen so lebhaften Eindruck, dass ich, so oft von der Kindheit die Rede war, niemals die Freude anderer teilen konnte". [4])

Die einzige Zuflucht des Jünglings während seines nichts weniger als angenehmen Aufenthaltes im Hause seines Ver-

[1]) SILJESTRÖM, Minnestal S. 8; MOSANDER Tal etc. S. 3.

[2]) Er starb im Jahre 1822; siehe Brief von BERZELIUS an H. ROSE 24. 9. 1822, Handschr.-Sammlung d. schwed. Akademie d. Wissenschaften.

[3]) PONTIN, Biografi S. 196; SILJESTRÖM. Minnestal S. 9.

[4]) PONTIN, Biografi S. 197.

wandten waren seine Studien. Er lag ihnen auch weiterhin unter der Leitung mehrerer Lehrer ob[1]) und wurde im Frühling 1793 ins Gymnasium zu Linköping aufgenommen. Bald kam die Zeit heran, wo er sich für einen Lebensberuf entscheiden sollte und BERZELIUS entschloss sich ohne langes Besinnen Prediger zu werden[2]), wobei ihn augenscheinlich mehr die Familientradition als ein ihm inne wohnender Drang bestimmte.

Am Gymnasium warteten seiner indessen neue Enttäuschungen. Niemals war er ein besonderes „Licht", weder hier noch später auf der Universität. Der Vorrat an Kenntnissen, die er von Haus aus mitgebracht, und die er sich unter der Leitung von oft wechselnden, bisweilen vielleicht untauglichen Privatlehrern angeeignet hatte, dürfte, wenn auch nicht geradezu unzureichend, so doch ziemlich lückenhaft gewesen sein. Auch lag es nicht in seiner Natur, Zeit und Mühe für die ihn nicht besonders interessierenden Fächer aufzuwenden und so seinen Mängeln abzuhelfen. Die klassischen Sprachen, die unberührt von allen neumodischen Forderungen nach Reform den Gymnasialunterricht noch unbestritten beherrschten, fanden in ihm nur einen sehr lauen Anhänger; und da seine Gleichgültigkeit bisweilen sogar in Nachlässigkeit ausartete, war es ihm trotz seiner Überlegenheit auf anderen Gebieten nicht möglich, sich die Gewogenheit des Lehrerkollegiums zu erringen. Nur ein Mitglied desselben hatte von dem jungen BERZELIUS eine bessere Meinung; dies war der Lehrer der Naturgeschichte HORNSTEDT[3]). Als ob er für die Verkennung von Seiten der andern Lehrer entschädigt werden sollte, wurde er dessen erklärter Günstling.

Eine kurze Unterbrechung erlitten seine Studien 1794—1795. Die Notwendigkeit, sich zwecks weiteren Fortkommens neue

---

[1]) Unter diesen wird insbesondere ein gewisser HAGLUND alias HAGERT erwähnt; SILJESTRÖM, Minnestal S. 11.

[2]) ANREP, Svenska Adelns ättartaflor I, S. 174.

[3]) CLAS FREDRIK HORNSTEDT, Lektor der Naturgeschichte am Linköpinger Gymnasium, schliesslich Feldarzt in Finnland. Mitglied der schwed. Akademie der Wissenschaften, geb. 1758, gest. 1809. Kongl. Svenska Vetenskaps Akademiens inländska ledamöter 1739—1872, Nr. 250, S. XXX.

Mittel zu erwerben einerseits, und der Wunsch, sich den drückenden Verhältnissen im Hause seiner Pflegeeltern zu entziehen andrerseits, mögen hierzu Anlass gegeben haben; genug, er suchte und fand Stellung bei einem Gutsbesitzer Borre in Wrinneved (nicht weit von Norrköping), dessen halberwachsene Söhne er in allen Wissenschaften unterweisen sollte. Daraus wurde jedoch sehr wenig. Der Sinn der Schüler war mehr auf die Landwirtschaft als aufs Studium gerichtet und ihr an Jahren jüngerer Informator wurde bald ihr Gefährte und Helfer bei allen Arbeiten auf Feld und Wiese, in Scheune und Tenne, in der Holzkammer und bei allen sonstigen Verrichtungen. Verzogen wurde er jedenfalls nicht; seine Kammer diente gleichzeitig als Aufbewahrungsplatz für den Kartoffelvorrat des Hauses und wenn überhaupt jemals geheizt wurde, geschah es mehr aus Fürsorge für die nützlichen Erdfrüchte als des jungen Gymnasiasten wegen. Damit soll jedoch nicht gesagt werden, dass er von seinen Wirtsleuten schlecht behandelt wurde; im Gegenteil hatte er sich von Seiten des zwar ökonomischen, im übrigen aber redlichen und im Grunde wohlmeinenden, Borre-schen Ehepaares eines herzlichen Entgegenkommens zu erfreuen. Der Aufenthalt auf Wrinneved blieb übrigens nicht ohne Einfluss auf die körperliche sowohl wie geistige Entwickelung des jungen Berzelius. Das viele Leben in Gottes freier Natur und die körperlichen Arbeiten stählten seinen vorher schwächlichen Körper. Andrerseits trugen die wiederangeknüpften Verbindungen mit einem jungen Schullehrer aus dem nahen Norrköping, dem oben genannten Hagert, der sich für das entomologische Studium interessierte, dazu bei, seine schon früher geweckte Vorliebe für die naturwissenschaftliche Forschung mehr und mehr zu befestigen. Der materielle Gewinn seiner ersten Stellung war dagegen höchst unbedeutend. „Vier Reichsthaler und ein Paar hellblaue Wollstrümpfe“ — das hatte er erübrigt, als er im Frühling 1795 nach Linköping zurückkehrte [1]).

Unter dem Einflusse Hornstedt's reifte hier in ihm allmälich der Entschluss, der Theologie zu entsagen. Es wurde

[1]) Mosander, Tal etc. S. 4; Pontin, Biografi S. 198—199; Siljeström, Minnestal S. 10.

ihm klar, dass diese ihm wenig Gelegenheit bieten würde, seine immer deutlicher hervortretenden Anlagen auszubilden. Weit besser schien sich dazu das Studium der Medizin zu eignen, denn hatte er auch für den ärztlichen Beruf keine ausgeprägte Vorliebe, so war ihm hier doch wenigstens reichlich Gelegenheit geboten, sich in den Teil der Wissenschaft, welcher ihm am meisten zusagte, zu vertiefen. Dieser Entschluss war jedoch wenig geeignet, der Einseitigkeit seiner Studien entgegenzuwirken, die schon früher den Unwillen der Mehrzahl des Lehrerkollegiums erregt hatte. Die zoologischen und botanischen Exkursionen nahmen im Gegenteil eine Ausdehnung und Häufigkeit an wie nie zuvor. LINNÉ's Fauna suecica schrieb er mit eigner Hand beinahe in extenso ab [1]), da seine Börse ihm unbarmherzig den Ankauf des Buches verbot; und nachdem er sich mit HORNSTEDT's freundlicher Hilfe Schiesswaffen und Munition angeschafft hatte, gab er sich den ornithologischen Studien mit nicht weniger Eifer als vorher den entomologischen hin.

Dass unter solchen Umständen den ordnungsmässigen Lektionen am Gymnasium nicht immer die ihnen gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wurde, darf daher nicht Wunder nehmen. Da trat ein Ereignis ein, das die lang erprobte Geduld der gelehrten Herren vollständig erschöpfte und ihnen einen vielleicht nicht so ganz unwillkommenen Anlass gab, mit der ganzen Strenge des Schulgesetzes gegen den Schwänzer vorzugehen. Von einem Jagdausflug heimgekehrt, war dieser beim Hantieren mit seinem Schiessgewehr sehr unvorsichtig gewesen und dadurch beinahe zum Mörder geworden. Glücklicherweise aber hatte das Ganze nur die Folge, dass die Nachbarn von dem Schusse aufgeschreckt wurden; nichtsdestoweniger erregte die Affaire grosses, dem Attentäter höchst peinliches Aufsehen. Auf eine Anzeige bei seiner vorgesetzten Behörde trat das Concilium gymnasticum unverzüglich zusammen, um über den Unbedachtsamen, der es gewagt hatte, die idyllische Ruhe der kleinen Stadt zu stören, zu Gericht zu sitzen. Die Schulparagraphen waren streng — das Verhätscheln der Schüler kannte man damals nicht — und das Urteil lautete „von

---

[1]) PONTIN, Biografi S. 199; SILJESTRÖM. Minnestal S. 12.

Rechts wegen“ auf öffentliche Züchtigung in Gegenwart des ganzen Gymnasiums mit darauf folgender Verweisung von der Lehranstalt. Dahin sollte es indessen nicht kommen. Der Tag der Strafvollstreckung brach an, alle Vorbereitungen zur Ceremonie waren getroffen — aber es fehlte der Delinquent! — Dieser hielt sich mit einem Unglücksgefährten zusammen auf den Rat teilnahmsvoller Kameraden wohlweislich verborgen, bis sich der erste Sturm gelegt hatte. Unterdessen entwickelte sein Gönner HORNSTEDT, der bei der Rechtsprechung nicht zugegen gewesen und darum anfangs in Unkenntnis über den Urteilsspruch geblieben war, eine eifrige Wirksamkeit zu seinen Gunsten — vielleicht im Bewusstsein seiner eignen Verantwortung für das Geschehene — und es gelang ihm durch Vorstellungen, die er dem höchsten Leiter der Schule, dem Bischof LINDBLOM [1]), machte, mildernde Umstände geltend zu machen, wodurch das Urteil aufgehoben wurde. [2])

Gleichwohl konnte diese Nachsicht den Schatten, welchen dies Geschehnis auf seine folgende Schulzeit warf, nicht verwischen; und als er im Sommer 1796 das Gymnasium verliess, um die Universität zu beziehen, wurde ihm das Zeugnis ausgestellt, dass er „mit glücklichen Naturanlagen weniger gute Sitten verbände, und dass er ein Jüngling wäre, der nur zu zweifelhaften Hoffnungen berechtigte“. Die Härte dieses Urteils wurde allerdings in gewissem Masse durch die mündliche Äusserung des Bischofs gelegentlich seines Abschieds von dem jungen Studiosus gemildert, der sagte: „Du hast zwar sehr viel am Gymnasium versäumt, doch weiss ich, dass du die Zeit nicht vergeudet hast; fahr' fort, wie du begonnen, und du wirst eines Tages ein nützlicher Bürger werden!“ [3])

Übrigens darf man der Beurteilung von BERZELIUS' Moral von Seiten der guten Schulmeister nicht viel Gewicht beilegen: wenigstens bezeugt einer seiner Jugendfreunde, der aller Wahrscheinlichkeit nach in die Verhältnisse viel mehr eingeweiht

---

[1]) JACOB AXELSSON LINDBLOM (1746—1819), später Erzbischof in Upsala.

[2]) MOSANDER, Tal etc. S. 4; PONTIN, Biografi S. 201; SILJESTRÖM, Minnestal S. 13.

[3]) SILJESTRÖM, Minnestal S. 14.

war, „dass hinsichtlich der Verirrungen, denen ein junger Mann seines Alters ausgesetzt ist, ein tugendhafterer Jüngling als BERZELIUS wohl kaum jemals eine Lehranstalt verlassen habe“[1]).

Im Herbst 1796 langte der mit seinem wenig empfehlenden Zeugnis ausgestattete siebzehnjährige BERZELIUS in Upsala an und liess sich nach einiger Zeit auf der Universität bei der medizinischen Fakultät einschreiben[2]). In Ermangelung hinreichender Mittel sah er sich aber schon nach Verlauf eines Jahres gezwungen, seine Studien zu unterbrechen und sich durch Privatunterricht ein Auskommen zu verschaffen. So weilte er eine Zeit lang in seiner Heimatsprovinz beim Rittmeister VON YHLEN auf Eggeby als Informator von dessen beiden Söhnen[3]). Hier blieb er, bis er im Herbste 1798 das STRANDBERG'sche Stipendium erhielt und dadurch in den Stand gesetzt wurde, seine Studien an der Universität wieder aufzunehmen. Dieselben nahmen eigentlich erst jetzt ihren wirklichen Anfang, ebenso begann er nun zum ersten Male sich mit der Wissenschaft zu befassen, die später sein Leben ausfüllen sollte. Auch hier erhielt er den ersten Impuls von aussen. Nach Upsala zurückgekehrt traf er nämlich mit seinem Halbbruder CHRISTOFFER EKMARCK[4]) zusammen, der sich damals ebenfalls dort aufhielt und sich fleissig mit elektrischen Versuchen beschäftigte. BERZELIUS wurde ein eifriger Teilnehmer an denselben und bald gingen die beiden Brüder gemeinsam von elektrischen zu chemischen Studien über[5]).

Die chemische Forschung in Upsala zeichnete sich um diese Zeit nicht gerade durch grosse Lebhaftigkeit aus und den Anfängern bot sich nur wenig Gelegenheit, von kundiger Hand sachliche Unterweisungen zu erhalten. Die Blütezeit der Chemie war längst vorüber, die von JOHAN GOTTSCHALK WALLERIUS[6]), mit dem Beinamen „Vater der Agrikulturchemie“, eingeleitet

---

[1]) PONTIN, Biografi S. 202.

[2]) am 15. März 1797; Protokoll der medizinischen Fakultät Upsala. 1797.

[3]) PONTIN, Biografi S. 203; SILJESTRÖM, Minnestal S. 14.

[4]) Später Docent an der Universität.

[5]) MOSANDER, Tal etc. S. 5; PONTIN, Biografi S. 204.

[6]) Geb. 1709, gest. 1785; erster Professor der Chemie an der Universität Upsala 1750—1767.

wurde und die unter seinem Nachfolger, dem rühmlichst bekannten TORBERN BERGMAN[1]) ihren Höhepunkt erreicht hatte zu derselben Zeit, wo auch CARL WILHELM SCHEELE, obschon der Universität nicht angehörig, in Upsala mehrere seiner schönsten Untersuchungen ausführte. Als BERZELIUS im Herbste 1798 (oder Frühling 1799?) um Zutritt zum Laboratorium nachsuchte, war der Lehrstuhl BERGMAN's von AFZELIUS[2]) besetzt, einem Manne, der in den Annalen der Wissenschaft wenig bekannt ist, trotzdem ihm ein langes Leben beschieden war und ihm ein grosser Wirkungskreis früh zur Verfügung stand. Selbst weniger für die Chemie als für deren Schwesterwissenschaft, die Mineralogie interessiert, wählte er mit Vorliebe aus der letzteren die Themata für seine öffentlichen Vorlesungen. Regelmässige praktische Übungen im Laboratorium, wie sie heutzutage betrieben werden, scheinen nicht üblich gewesen zu sein, solche wurden erst ums Jahr 1822 in Upsala eingeführt. Die Wirksamkeit des Professors beschränkte sich darauf, dass er an zwei Tagen der Woche den

---

[1]) Geb. 1735, gest. 1784. Seit 1767 Professor der Chemie.

[2]) JOHAN AFZELIUS, Sohn des Pfarrers ARVID A. und seiner Gattin CATHARINA BRISMAN, war am 13. Juni 1753 in der Gemeinde Larf in Westergothland geboren, wurde 1769 Student in Upsala und 1777 ebendaselbst Docent der Chemie. In seiner Habilitationsschrift „de acido formicarum“ hat er zuerst die Verschiedenheit zwischen Ameisensäure und Essigsäure bestimmt nachgewiesen. 1780 wurde er zum Chemie-Adjunkt und Laborator (Specimen: de Baroselenite in Suecia reperto) und 1784 zum Professor der Chemie, Metallurgie und Pharmacie an der Universität Upsala ernannt. Mitglied der Akademie der Wissenschaften 1801, pensioniert 1820, gestorben am 20. Mai 1837. Siehe K. Vetenskaps Akademiens Handlingar 1837 S. 263. Er hinterliess nur eine geringe Anzahl chemischer Originalarbeiten, von denen die obengenannte über die Ameisensäure die bedeutendste ist. Auf dem Titelblatte dieser Arbeit schrieb er sich JOH. AFZELIUS ARVIDSON, was zu einer eigentümlichen Verwechselung zwischen ihm und JOHAN AUGUST ARFVEDSON, dem Schüler BERZELIUS' und Entdecker des Lithiums, Anlass gegeben hat. Siehe SCHAEDLER, Biogr. litterarisches Handwörterbuch S. 3. Wenn dort angegeben wird, dass ARFVEDSON 1792 geboren ist, und es bald darauf heisst: „untersuchte Nickel und Nickelerze“ 1775 (!), so ist es klar, dass letztere sich nur auf AFZELIUS beziehen kann, dessen Abhandlung pro exercitio „de Niccolo“ gerade in diesem Jahre erschien.

Studierenden der Metallurgie und Pharmacie, die daran teilnehmen wollten, privatim Anleitung gab[1]).

Die spärlichen Produkte von AFZELIUS' Autorschaft geben uns keine Mittel an die Hand, seine Stellung zu den wissenschaftlichen Fragen der damaligen Zeit, und vor allem zu der grossen antiphlogistischen Streitfrage zu beurteilen. Dass er beim Antritt seines Amtes Phlogistiker war, steht fest, und man dürfte ihm schwerlich Unrecht thun durch die Annahme, dass er zu der betreffenden Zeit kein besonders warmer Anhänger des neuen Systems war. Bei dem geringen Interesse, welches er — nach seinen Schriften zu urteilen — für die theoretische Entwickelung seiner Wissenschaft überhaupt an den Tag gelegt hat, ist es viel wahrscheinlicher, dass er bei dem Kampfe ein ziemlich passiver, um nicht zu sagen gleichgültiger Zuschauer war, oder aber er schenkte, falls dieser Kampf wirklich für kurze Zeit seine Aufmerksamkeit vom Mineralienkabinett abzuziehen vermocht hat, seine Sympathie demjenigen der Streitenden, welchem er mit seiner eigenen wissenschaftlichen Auffassung am nächsten stand[2]). So viel ist gewiss, dass von dem befruchtenden und belebenden Einfluss, den die antiphlogistische Theorie überall da, wo sie als Siegerin einzog, auszuüben pflegte, an dem der Leitung AFZELIUS' unterstellten Institut wie auch in seinem eigenen wissenschaftlichen Wirken nichts zu verspüren ist, im Gegenteil, es lässt sich nachweisen, dass das Aufhören seiner schriftstellerischen Thätigkeit mit dem Auftreten der neuen Ansichten beinahe zusammenfällt.

Die Auspizien unter denen BERZELIUS die chemische Laufbahn betrat, waren also wenig versprechend, und dies um so weniger, als es sich durch eine eigentümliche Verkettung der Umstände fügte, dass das Verhältnis zwischen ihm und seinem Lehrer von vornherein ein ziemlich kühles war, und dass diese

---

[1]) P. T. CLEVE, Institutionerna för kemi samt mineralogi och geologi S. 2 (Aus „Upsala Universitets festskrift" 1872—1897).

[2]) PONTIN, der 1798 nach Upsala kam und sich gleich BERZELIUS' medizinischen und chemischen Studien widmete, giebt jedenfalls an, dass dort der Parteistreit zwischen Phlogistikern und Anhängern der Sauerstofftheorie damals noch fortdauerte. Biografi S. 204.

Kälte später in offene Misshelligkeit ausartete. AFZELIUS wurde hierfür von BERZELIUS' Verehrern später scharf getadelt, man versuchte ihm allein die Schuld aufzubürden, man leitete seine Handlungsweise aus einer unberechtigten Antipathie her ja man scheute sich nicht, ihm Willkür[1]) und Mangel an guten Willen, dem Anfänger die ihm zukommenden Ratschläge und Aufschlüsse zu geben, vorzuwerfen. Doch scheinen zwingende Gründe für derartige gegen einen sonst rechtschaffenen und untadeligen Mann gerichteten Beschuldigungen kaum vorzuliegen. Der scharf hervortretende Gegensatz zwischen der wissenschaftlichen Indolenz des Lehrers und dem stürmischen Eifer des Schülers dürfte eine genügende Erklärung für dieses Zerwürfnis sein, und man braucht an persönliche Abneigung von irgend einer Seite dabei wohl nicht zu denken. Da ausserdem ein Freund von BERZELIUS, der ihm sehr nahe stand, sein Temperament in den jüngeren Jahren als „leicht aufbrausend" und ihn als einen Menschen schildert, „der wenn er Recht zu haben glaubte, hartnäckiger sei, als es einem jungen Manne zukommt"[2]), so dürfte man kaum berechtigt sein, letzteren von jeder Schuld freizusprechen.

Hinsichtlich des Ganges der akademischen Studien BERZELIUS' weichen die Angaben der verschiedenen Biographen etwas von einander ab, besonders in Betreff der chronologischen Reihenfolge. Die öffentlich abzulegenden Prüfungen bestanden wie gewöhnlich aus drei Examina und zwei Disputationen. Das medizinisch-philosophische Examen legte er im Dezember 1798 ab, bei welcher Gelegenheit AFZELIUS die Äusserung fallen liess, er wollte, obwohl BERZELIUS es nicht verdiente, seinem Examen keine Hindernisse in den Weg legen, falls die anderen Examinatoren nichts einzuwenden hätten[3]). Selbst damals scheint BERZELIUS noch an keinerlei praktischen Übungen im chemischen Laboratorium teilgenommen zu haben, wenn anders die Angabe richtig ist, dass er erst im Frühjahre 1799 damit

---

[1]) So z. B. SILJESTRÖM, Minnestal S. 17.

[2]) PONTIN, Biografi S. 208.

[3]) SILJESTRÖM, Minnestal S. 17; Protokoll der philosophischen Fakultät Upsala, 1798.

begonnen [1]). Im Jahre 1801 [2]) bestand er das medicinische Kandidatexamen, dem langwierige Streitigkeiten über die Frage vorangingen, inwieweit dem Examen noch besondere Prüfungen vorhergehen sollten oder nicht. Gerade während dieser Zeit scheint die Spannung zwischen BERZELIUS und seinem Lehrer ihren Höhepunkt erreicht zu haben. Sowohl der Dekan [3]) als auch der Kanzler der Universität [4]) werden bald von der einen bald von der andern Partei angerufen und AFZELIUS fordert sogar seinen Examinanden auf, Upsala zu verlassen und sich an die Universität zu Lund zu begeben, „wo es ihm besser glücken dürfte" (!) [5]).

AFZELIUS' Handlungsweise wird aber kaum auf wirklichem Übelwollen beruht haben, wie das damals und auch später geglaubt wurde. Der eigentliche Grund dürfte vielmehr zu suchen sein in einer damals angeregten akademischen Streitfrage, ob dem Chemie Professor Sitz und Stimme in der medizinischen Fakultät zukäme [6]). Nachdem der Kanzler diese Frage zu AFZELIUS' Gunsten entschieden hatte, wurde die Ruhe allmählich wieder hergestellt, und BERZELIUS, der währenddessen seine Fähigkeit zu praktisch-chemischen Arbeiten, teils im Laboratorium, teils auch anderwärts bekunden konnte, wurde von seinem Examinator das Zeugnis laudatur in optima forma zuerkannt, obwohl es nicht in der damals gebräuchlichen akademischen Sprache, auf lateinisch, sondern — gegen die Gewohnheit — auf schwedisch abgegeben wurde. Das ordnungsmässig letzte der Examina bestand er im Jahre 1801 [7]). Von seinen beiden Disputationen wurde die eine pro exercitio [8]) am 6. Dezember 1800 unter EKEBERG's, die andere pro gradu

---

1) MOSANDER, Tal etc. S. 5.
2) den 20. Mai; Protokoll der medizinischen Fakultät Upsala, 1801.
3) AD. MURRAY.
4) Der Reichsmarschall Graf v. FERSEN.
5) PONTIN, Biografi S. 206.
6) PONTIN, Biografi S. 207.
7) den 11. Dezember (nicht 1802, wie PONTIN u. a. angeben); siehe Protokoll der medizinischen Fakultät 1801.
8) Nova Analysis Aquarum Medeviensium, Dissertatio Academica. Upsaliae MDCCC. 15 S.

medico [1]) am 1 Maj 1802 unter PEHR AFZELIUS' Präsidium abgehalten. Die Promovierung zum Doctor medicinae erfolgte erst 1804.

So weit die öffentlichen Protokolle. Weit schwieriger ist es herauszufinden, wie es sich mit denjenigen akademischen Leistungen BERZELIUS' verhält, die für seine spätere Entwickelung vorzugsweise von Bedeutung sind, nämlich mit den praktischen Arbeiten im chemischen Laboratorium. Dass diese nach MOSANDER im Frühjahr 1799 ihren Anfang genommen, ist bereits erwähnt [2]). Aus der Darstellung von SILJESTRÖM könnte man dagegen den Schluss ziehen, dass er schon früher, also im Herbst 1798 zum Laboratorium zugelassen worden ist [3]). Bevor ihm jedoch das Arbeiten darin gestattet wurde, soll er — nach derselben Quelle — von AFZELIUS veranlasst worden sein, erst zwei umfangreiche Bände eines deutschen Handbuches für Apotheker [4]) durchzulesen und darüber zu referieren. Während aber diese Episode von SILJESTRÖM [5]) in den Anfang seiner Studien verlegt wird, will es nach PONTIN scheinen, als ob sie sich erst später, und zwar nach der Disputation pro exercitio abgespielt hätte, gewissermassen als Einleitung zu einem zweiten Cursus im Laboratorium [6]). Wie dem auch sein mag, so viel steht fest, dass die unter der Leitung von AFZELIUS betriebenen Übungen für seine Ausbildung von untergeordnetem Nutzen waren. „Was man ihm zur Ausführung übergab, war von allzu einfacher Beschaffenheit; bald wählte er seine Operationen

---

[1]) De Electricitatis Galvanicae apparatu cel. Volta excitae in corpora organica effectu — pro gradu medico examini defert JACOBUS BERZELIUS stipendiarius Strandbergianus Ostrogothus — — d 1 Maji MDCCCII. 14 S.

[2]) Seite 12.

[3]) Minnestal S. 15—17.

[4]) Lehrbuch der Apothekerkunst von KARL GOTTFRIED HAGEN, Hofapotheker, später Professor an der Universität Königsberg. Geb. 1749, gest. 1829. Seine Schriften zeigen, dass er noch am Ende der neunziger Jahre die phlogistische Nomenklatur nicht aufgegeben hatte. Da sie dennoch von AFZELIUS empfohlen wurden, ist man vielleicht dadurch berechtigt, auf den damaligen theoretischen Standpunkt des Letzteren einen Rückschluss zu ziehen.

[5]) Minnestal S. 15.

[6]) Biografi S. 206.

selbst und wurde so sein eigner Lehrmeister und ein fleissiger Gast im Laboratorium. Was er nicht dort fertigbrachte, vollendete er im Studierzimmer“ [1]). Hiermit stimmt auch SILJESTRÖM's Schilderung überein: „Der Unterricht im Laboratorium gehörte nicht zu den besten. Die Übungen wurden auf eine für die Praktikanten wenig lehrreiche Weise ausgeführt, so dass BERZELIUS bald beschloss, auf eigne Faust zu arbeiten, ohne irgend jemand um Rat zu fragen. . . . . . Auch zu Hause arbeitete er mit Eifer.“ [2])

Auch aus dem mündlichen Unterricht dürfte BERZELIUS ziemlich geringen Nutzen gezogen haben. AFZELIUS' öffentliche Vorlesungen behandelten damals vorzugsweise die Mineralogie. In der Chemie hielt EKEBERG [3]) allerdings Privatkollegien ab, doch will es scheinen, als ob BERZELIUS seiner Mittellosigkeit wegen im Allgemeinen verhindert war, an diesen teilzunehmen.

Durch das Zusammenwirken verschiedener Umstände wurde er daher in Theorie und Praxis gewissermassen Autodidakt und schon frühzeitig dazu getrieben, sich mehr auf sich selbst als auf die Leitung anderer zu verlassen. Zweifellos musste dies bei einem Manne mit dem Naturell und der Begabung BERZELIUS' viel dazu beitragen, seine Befähigung für selbstständige wissenschaftliche Forschung schneller zu entwickeln. Schon die erste seiner im Druck erschienenen Arbeiten, die Dissertation über die chemische Zusammensetzung des Medevi-

---

[1]) MOSANDER, tal etc. S. 5.

[2]) Minnestal S. 16.

[3]) ANDERS GUSTAF EKEBERG, der im Jahre 1799 als Adjunkt und Laborator an der Universität Upsala angestellt wurde — als Docent hatte er ihr schon seit 1794 angehört — war ein begabter und geschickter Chemiker, der sich später einen wissenschaftlichen Namen durch die Entdeckung des Tantals schuf. Der Altersunterschied zwischen ihm (er war 1769 geboren) und BERZELIUS war nicht gross genug, um eine Intimität der beiden, die für sie selber sowohl wie für die Wissenschaft sehr nutzbringend gewesen wäre, von vornherein auszuschliessen. Trotzdem scheinen sie sich nicht näher getreten zu sein. Aus einem noch vorhandenen Briefe von E. an BERZELIUS geht hervor, dass der Ton zwischen ihnen wohl ein achtungsvoller, doch reservierter gewesen ist. EKEBERG wurde später Mitarbeiter des von BERZELIUS, HISINGER u. a. herausgegebenen Sammelwerkes Abhandlungen der Physik, Chemie und Mineralogie. Er starb 1813.

Wassers hat er sicherlich aus eigenem Antriebe ganz ohne Anregung und Aufsicht seitens der Lehrer entworfen und ausgeführt. Hierfür spricht nicht zum mindesten deren Abgeneigtheit, das Präsidium bei dem Disputationsakt (pro exercitio) zu übernehmen. AFZELIUS, der hierzu aufgefordert wurde, sagte ein bestimmtes Nein, „weil er nicht in der Lage sei, sich auf die betreffenden Analysen verlassen zu können." Und EKEBERG „liess sich erst nach vielem Zureden zur Übernahme bewegen" [1]).

Es liegt übrigens in der Natur der Sache, dass die chemischen Studien während dieser Periode, 1798—1802, keineswegs einen ununterbrochenen Fortgang nahmen, sondern vielmehr — neben dem eigentlichen Brotstudium innerhalb der medizinischen Facultät [2]) — als angenehme Erhohlung in freien Stunden betrieben wurden.

Ausserdem wurde BERZELIUS teils aus ökonomischen teils aus anderen Ursachen öfters gezwungen, seinen Aufenthalt in der Universitätsstadt zu unterbrechen. Von der ersten Unterbrechung 1797—1798 wurde bereits gesprochen. Andere fielen in den Sommer 1799 und Frühling 1800. Erstere geschah zumeist infolge einer Einladung, die er von einem seiner Verwandten, BROMANDER in Motala erhalten hatte [3]). Bei diesem sollte er einen Teil des Jahres verleben, und er kam diesem Verlangen um so lieber nach, als seine Mittel für den ferneren Aufenthalt an der Universität damals wieder zusammenzuschmelzen begannen. Sein Verweilen in Motala war insofern von Bedeutung, als er dort die Bekanntschaft mit dem Leibmedicus HEDIN [4]), Badearzt und Intendant im nahegelegenen

---

[1]) SILJESTRÖM, Minnestal S. 19.

[2]) Zu seinen Lehrern in den medizinischen Fächern gehören der Anatom ADOLF MURRAY (1751—1803), jüngerer Bruder des Göttinger Professors J. A. MURRAY; PEHR AFZELIUS (1760—1843) berühmter Arzt, jüngerer Bruder des Chemikers, im Jahre 1815 unter dem Namen von AFZELIUS in den Adelsstand erhoben; C. P. THUNBERG (1743—1828) Botaniker; GUST. ACREL (1741—1801) Professor der theoret. und prakt. Medizin u. a.

[3]) Siehe oben, S. 3, Anmerkung 4.

[4]) SVEN ANDERS HEDIN (1750—1821) Medizinalrat.

Badeorte Medevi machte und von diesem als Assistent für die nächstjährige Badesaison angestellt wurde.

Im Hause BROMANDER's scheint er indes nur sehr kurze Zeit gewesen zu sein. Unthätigkeit konnte die rastlose Natur BERZELIUS' am allerwenigsten vertragen. Er trug wieder Verlangen nach dem Experimentiertisch und um seine Sehnsucht zu befriedigen, beschloss er für kurze Zeit in der Apotheke irgend einer nahegelegenen Stadt Anstellung zu suchen. Er erinnert sich eines Verwandten und Namensvetters, der Apothekenbesitzer in Jönköping ist [1]), wendet sich zunächst an diesen, wird aber abschlägig beschieden. Mehr Erfolg hat er in Wadstena, und den Rest des Sommers bringt er in der dortigen Apotheke zu und „nimmt an allen pharmaceutischen Arbeiten teil" [2]). Diese Episode ist, so unwesentlich sie an und für sich auch erscheinen mag, dennoch von gewissem Interesse, da sie uns den Beweis dafür liefert, wie gut es BERZELIUS schon damals verstand, aus allem, was ihm in den Weg kam, Nutzen zu ziehen und es auf die eine oder andere Weise zu verwerten. Der Einblick in den praktischen Teil des pharmaceutischen Berufes, den er in der unansehnlichen Wadstenaer Apotheke that, war für ihn keineswegs ein fruchtloser; im Gegenteil gab er die erste Anregung zu seiner 13 Jahre später veröffentlichten Arbeit „Über die chemischen Präparate in den Pharmakopöen der verschiedenen Länder [3])," durch die er zum „Reformator des schwedischen Apothekerwesens" [4]) wurde. Seine spätere Wirksamkeit auf diesem Gebiete ist übrigens auch für das Medizinalwesen anderer Länder keineswegs ohne Bedeutung geblieben.

In anderer Hinsicht verstand er es ebenfalls, aus seinem kurzen Aufenthalte in der kleinen Stadt am Strande des Wetter-

---

[1]) Wahrscheinlich sein Onkel DANIEL BERZELIUS, jüngerer Sohn des oben erwähnten JOANNES BENEDICTI. Siehe Linköpings Stifts Herdaminne af JOH. IS. HÅHL, Norrköping 1846—1847.

[2]) Nach der Darstellung PONTIN's, Biografi S. 205; vgl. SILJESTRÖM, Minnestal S. 18.

[3]) „Om de kemiska praeparaterna i serskilta länders Pharmacopeer." Sv. Läkare-Sällskapets Handl. 1812.

[4]) PONTIN, Biografi S. 205.

Sees Nutzen zu ziehen. Er machte hier die Bekanntschaft des italienischen Instrumentenmachers VACCANO, der ihn in die Geheimnisse der feineren Glasbläserei einweihte, eine Kunst in der er sich hervorragende Geschicklichkeit aneignete.

Nach Upsala zurückgekehrt verbrachte er dort den Winter 1799—1800, doch musste er die kaum wieder mit Eifer aufgenommenen Studien im Frühling desselben Jahres von neuem für kurze Zeit unterbrechen, da er von dem vorerwähnten HEDIN nach Drottningholm [1]) berufen wurde, um ihm Assistenz zu leisten. Dies dürfte seine erste Probe in der praktischen Ausübung des ärztlichen Berufes gewesen sein. Im Sommer 1800 begleitete er, wie vorher verabredet war, seinen Gönner nach Medevi.

Es war indessen keineswegs nach BERZELIUS' Geschmack, sich dort mit leeren Händen einzufinden, um nur die Rolle eines medizinischen Handlangers zu übernehmen. Durch die gemeinsame Arbeit mit seinem Stiefbruder EKMARCK mit elektrischen Versuchen vertraut, teilt er in vollem Masse das Interesse seiner Zeitgenossen für die Arbeiten von GALVANI und VOLTA, den Brennpunkt des naturwissenschaftlichen Lebens um die Wende des Jahrhunderts, und beeilt sich, aus dem einfachen Material, das ihm zu Gebote steht — 60 Stück bei einem Gelbgiesser verfertigte Zinkplatten und eine entsprechende Anzahl Kupfermünzen — eine Säule zusammenzusetzen, die er nach dem Kurort mitnahm, in der Absicht, die therapeutische Wirkung des Stromes zu untersuchen [2]). Die Beobachtungen, die er dabei anzustellen Gelegenheit hatte, blieben nicht fruchtlos; er legte sie in seiner obenerwähnten, zwei Jahre später veröffentlichten Schrift über die Wirkung des Galvanismus auf lebende Körper nieder. Daneben fand er auch Zeit zu einer Arbeit über ein rein chemisches Thema: die analytische Untersuchung des Medeviwassers, die er nach seiner Rückkehr nach Upsala vollendete und im folgenden Jahre als seine erste gedruckte Abhandlung erscheinen liess. Das war das Anfangs-

---

[1]) HEDIN war seit 1792 Bezirksarzt in Svartsjö und Drottningholm unweit Stockholm.

[2]) PONTIN, Biografi S. 206.

glied der langen Reihe von Mineralwasseranalysen, die späterhin von BERZELIUS gemacht werden sollten.

Dank dieser Fähigkeit, Zeit und Gelegenheit aufs beste auszunützen, wurden so die Unterbrechungen, die seine Studien erlitten, für seine wissenschaftliche Fortbildung kaum weniger fördernd als die eigentliche Examensarbeit.

Man sollte kaum glauben, dass BERZELIUS mit den eben genannten Untersuchungen sowie mit seinen medizinischen Studien beschäftigt, trotzdem noch Zeit zu anderen wissenschaftlichen Arbeiten fand. Seine ans Wunderbare grenzende Arbeitskraft, worin er von keinem andern Chemiker übertroffen, von wenigen auch nur annähernd erreicht werden dürfte, machte sich indessen schon von Anfang an geltend. Seine Analyse des Medeviwassers ist, obwohl zuerst im Druck veröffentlicht, doch keineswegs — wie gewöhnlich angegeben wird — seine erste selbständige Experimentaluntersuchung. Drei kleinere Arbeiten, nämlich über „Salpetersäure-Naphtha“ und „Stickoxydgas“ sind älteren Datums, und von diesen sagt BERZELIUS selbst ausdrücklich: „Dies sind meine ersten selbständigen chemischen Versuche“ [1]). Demnach müssen sie wenigstens schon vor dem Sommer 1800 begonnen worden sein. Vermutlich fallen diese Untersuchungen also in das Frühjahr 1800 oder vielleicht schon in den Herbst 1799. Jedenfalls lagen sie 1801 schon fertig vor, da sie in diesem Jahre vom Verfasser dem Professor der Chemie [2]) übergeben wurden, augenscheinlich in der zweifachen Absicht, sich auf dieselben als Specimina für das bevorstehende Kandidatenexamen zu beziehen und sie durch AFZELIUS' Fürsorge zum Druck befördern zu lassen. Es wird berichtet, dass AFZELIUS sie „wohlwollend entgegennahm“ [3]), obwohl sie wahrscheinlich nicht unter seiner Leitung, ja nicht einmal in seinem Laboratorium, sondern grösstenteils in BERZELIUS' eigner Studierstube ausgearbeitet worden waren. Wenigstens werden sie von dem gleichzeitig in Upsala anwesenden PONTIN als Resultat der von BERZELIUS

[1]) Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi. Utgifne af W. HISINGER och J. BERZELIUS II S. 41.

[2]) l. c.

[3]) PONTIN, Biografi S. 207.

während dieser Zeit[1]) privatim ausgeführten Versuche bezeichnet. Ihre Beschaffenheit spricht in der That nicht dagegen. Trotz dieser „wohlwollenden Annahme" scheinen die drei kleinen Aufsätze dem guten AFZELIUS nicht wenig Verlegenheit bereitet zu haben. Er sandte sie zuerst ans Collegium medicum in Stockholm, das sie indessen „mit einem artigen Briefe" retournierte, und nachher an die Akademie der Wissenschaften, wo sie drei Jahre liegen blieben, um schliesslich vom Sekretär[2]) mit dem Bescheide zurückgesandt zu werden, dass die Akademie noch nicht die neue chemische Nomenklatur angenommen habe[3]). Hierunter ist, wie man leicht denken kann, nichts anderes als die von LAVOISIER und seinen Mitarbeitern eingeführte antiphlogistische Bezeichnungsweise zu verstehen. Es ist von Interesse, diesen Sachverhalt zu konstatieren: dass nämlich die Akademie noch so spät (1804) ihrer eigenen Angabe gemäss an der phlogistischen Terminologie festhielt. Als die Abhandlungen nach allen diesen Irrfahrten endlich wieder zu ihrem Verfasser zurückkehrten, war seine Aufmerksamkeit auf andere Dinge gerichtet. Erst 1807 wurden sie unter dem gemeinsamen Titel „Versuche mit Salpetersäure-Naphtha und den Zersetzungsprodukten der Salpetersäure" in den Abhandlungen der Physik, Chemie etc. abgedruckt[4]). Durch die lange Verzögerung jedoch war die Priorität versäumt worden. Denn gegen Ende desselben Jahres, in welchem die BERZELIUS'schen Abhandlungen eingereicht wurden, veröffentlichte HUMPHRY DAVY seine Untersuchungen über Stickoxyd[5]). Es ist ein eigentümliches Zusammentreffen, dass diese beiden Altersgenossen[6]), die dazu bestimmt waren, jeder auf seinem Gebiete, die hervorragendsten Repräsentanten der chemischen Forschung ihrer Zeit zu werden, bei ihren Erstlingsversuchen ungefähr gleichzeitig

---

[1]) d. h. in der Zeit, wo sich der Streit betreffs des Examens abspielte.

[2]) C. G. SJÖSTÉN (1767—1817), früher Docent an der Universität Lund.

[3]) PONTIN, Biografi S. 208.

[4]) II S. 41—77.

[5]) Chem. and philos. researches chiefly concerning nitrous oxyde, London 1800.

[6]) DAVY war im Jahre 1778 geboren.

dasselbe Thema behandelten und übereinstimmende Resultate erhielten.

Die Motivierung, die BERZELIUS für die späte Veröffentlichung seiner Aufsätze giebt, ist in mehr als einer Hinsicht so bezeichnend, dass sie wiedergegeben zu werden verdient. Weit entfernt, irgendwie über die unfreiwillige Verzögerung verstimmt zu sein, deutet er vielmehr bescheiden an, dass der geringe Wert der Untersuchungen an und für sich schon deren Zurückweisung hinreichend begründete. „Da die königl. Akademie der Wissenschaften, der die Abhandlungen von meinem hochverehrten Lehrer Professor JOHAN AFZELIUS im Jahre 1801 übergeben wurden, den Wert derselben, verglichen mit ihrem Umfang, nicht hinreichend fand, um ihnen in den Verhandlungen der k. Akademie vor anderen interessanteren Arbeiten den Vorzug zu geben, hätte auch ich sie für immer der Vergessenheit anheimfallen lassen, wenn nicht einzelnes teils wieder in Frage gekommen, teils noch von keinem andern beschrieben worden wäre. Unter den Experimenten mit Stickoxydgas befindet sich wenig was für uns Bedeutung hätte, für die damalige Zeit aber enthielten sie manches Neue, da die Researches von DAVY erst gegen Ende des Jahres herauskamen, in welchem diese Versuche von mir eingereicht worden waren; vorher wussten wir davon nicht mehr als was PRIESTLEY und die holländischen Chemiker angegeben haben, und was DAVY in demselben Jahre in den Journalen über die Brauchbarkeit des Gases zum Atmen und seine berauschende Eigenschaft mitteilt. Chemische Thatsachen können nie oft genug bestätigt werden; möge man mir daher nicht vorwerfen, dass ich auch die Versuche anführe, die mit den DAVY'schen vollständig übereinstimmen“ [1]).

Es wird kaum jemand, der die Originalarbeiten BERZELIUS' studiert hat, entgehen können, dass in diesen Worten deutlich die ersten Töne des Leitmotivs erklingen, welches in allen seinen späteren Produktionen durchgehends wiederkehrt: Anspruchslosigkeit, die Unterordnung seiner persönlichen Interessen unter die Forderungen der Wissenschaft und in aller erster Linie das Verlangen nach einer doppelten, ja vielfachen

---

[1]) Afhandlingar i Fysik, Kemi etc. II 41, Fussnote.

Bestätigung jeder einzelnen wissenschaftlichen Erscheinung, bevor sie, dann aber für immer, dem bestehenden System einverleibt wird.

Mit ganz besonderem Interesse liest man diese von BERZELIUS vor bald einem Jahrhundert verfassten Jugendarbeiten. Die Ausführlichkeit der Darstellung, die Bedeutung, die den rein äusserlichen Einzelheiten beigelegt wird, und das unverstellte Entzücken, womit einzelne von Knalleffekten begleiteten Versuche geschildert werden, verraten ziemlich deutlich die Jugendlichkeit des Verfassers, während gleichzeitig die Klarheit des Stiles, der in der wechselnden Anordnung der Versuche hervortretende Gedankenreichtum wie auch das, bei Ausführung derselben bewiesene Beobachtungsvermögen, den zukünftigen Meister sowohl in formeller als auch reeller Behandlung der Wissenschaft erkennen lassen.

Die Untersuchungen, die ausschliesslich qualitative sind, wurden ersichtlich mit ziemlich primitiven Hilfsmitteln ausgeführt und müssen auch aus diesem Gesichtspunkte beurteilt werden. Die erste führt den Titel: „Versuch, die Phänomene bei der Bildung von Naphtha aus Alkohol und Salpetersäure näher zu bestimmen“. Die Naphtha, die hier gemeint wird, ist der schon 1681 von KUNKEL[1]) entdeckte „spiritus nitri dulcis“, unser Ethylnitrit. Indessen ist es, wie der Titel andeutet, nicht diese Substanz, die den eigentlichen Gegenstand der Untersuchung bildet, sondern es sind die bei der Reaktion sich entwickelnden, bisher wenig beachteten, Gase. Man merkt deutlich den Einfluss von „La chimie pneumatique“. Es wird gezeigt, dass diese Gase der Reihenfolge nach, in der sie auftreten, folgende sind: Kohlensäure, „oxydiertes Stickgas“[2]) und ein Gas, „das anscheinend die erste Oxydationsstufe des Stickstoffs bildet“. Für das letztgenannte schlägt er die jedoch nur vorläufige Benennung „Stickoxydgas“ (kväfoxidgas) vor, „bis ein besserer Name dafür gefunden wird“. Er vermutet, dieses Gas sei mit der von PRIESTLEY dargestellten „azotischen Halbsäure“ identisch, betont indessen gleichzeitig die unvoll-

[1]) Epistola contra spiritum vini sine acido. Berlin 1681, C. G. WITTSTEIN, etymologisch-chemisches Handwörterbuch II, 463.

[2]) unser Stickoxyd.

kommene Übereinstimmung zwischen seinen Beobachtungen und PRIESTLEY's Angaben. BERZELIUS hebt besonders die Fähigkeit des Gases hervor, gleich dem Sauerstoff die Verbrennung von Kohle, Schwefel und Phosphor zu unterhalten, während nach PRIESTLEY brennender Phosphor bei der Einführung in dasselbe erlösche. Was BERZELIUS entdeckt hat, ist demnach eine neue Bildungsweise des Stickoxyduls [1]), und dass es ihm gelungen ist, das Gas in ziemlich reinem Zustand und vor allem frei von Stickoxyd zu erhalten, scheint aus seiner Angabe hervorzugehen, dass am Ende der Operation „das entwickelte Gas die schwefelsaure Eisenlösung durchaus nicht veränderte" [2]).

Die der Reihenfolge nach zweite der erwähnten Abhandlungen: „Versuche mit Salpetersäure-Naphtha" berichtet über das Verhältnis des Ethylnitrits gegen verschiedene, vorzugsweise oxydierende Reagentien und ist von verhältnismässig geringerem Interesse.

Die dritte: „Versuche, die Eigenschaften des Stickoxydgases und seine Unterscheidungsmerkmale von anderen Gasen zu bestimmen" führt als Beitrag zur Charakteristik des Stick-

---

[1]) Von PRIESTLEY 1772 entdeckt und von ihm in seinen Experiments and Observations on different kinds of air, London 1776 I—III. beschrieben. Er stellte das Gas teils dadurch her, dass er feuchte Eisenfeilspähne oder Schwefelleber (l. c. I. 215 u. f. II. 177) auf Stickoxyd einwirken liess, teils durch die Behandlung von Eisen, Zink und Zinn mit verdünnter Salpetersäure (l. c. III. 132). Die jetzt gebräuchliche Darstellungsmethode aus Ammoniumnitrat rührt von den holländischen Chemikern DEIMANN, TROOSTWYK, LAUWERENBURGH und BONDT (1793) her (KOPP, Geschichte der Chemie III. 236). Die Zusammensetzung und die physiologischen Eigenschaften waren Gegenstand der vorerwähnten Untersuchungen von DAVY. Siehe auch GILBERT's Annalen der Physik II. 483 (1799) VI. 105 (1800).

[2]) Afhandl. i Fysik, Kemi etc. II. 47.

Es ist bemerkenswert, dass diese Untersuchung in der chemischen Litteratur selbst bis heute fast unbeachtet geblieben ist. Denn sogar in sonst vollständigen und ausführlichen sowohl geschichtlichen wie encyklopädischen Arbeiten (z. B. KOPP's Geschichte d. Chemie, FEHLING's Handwörterbuch, Artikel Stickstoffoxydul, WURTZ' Dictionnaire de Chimie u. a. m.) wird bei der Aufzählung der Forscher, die zu unserer Kenntnis der niedrigsten Oxydationsstufe des Stickstoffes beigetragen haben, der Name BERZELIUS' stillschweigend übergangen.

oxyduls 23 verschiedene Experimente auf, deren Resultat folgendermassen zusammengefasst wird: „Dieses Gas unterscheidet sich demnach vom Sauerstoff dadurch, dass es nicht von oxydiertem Stickgas angegriffen wird, dass Phosphor sich nicht darin entzündet selbst bei hoher Temperatur, und dass es sich in Wasser und in Alkohol in bedeutender Menge auflöst. Von oxydiertem Stickgas dadurch, dass es durch Sauerstoff keinerlei Veränderung erleidet und durch schwefelsaure Eisenlösung nicht zersetzt wird. Vom Kohlensäuregas dadurch, dass es Kalkwasser nicht verändert, und von allen Gasarten, die nicht zur Verbrennung dienen, dadurch, dass die Verbrennung eines hineingeführten brennenden Körpers lebhafter und heller wird“ [1]).

Mit diesen Untersuchungen begann BERZELIUS seine beinahe fünfzigjährige Laufbahn als Experimentalchemiker.

Endlich war die Zeit gekommen, wo der junge Autor die Universität verlassen sollte, um ins praktische Leben einzutreten. Es geschah das, wie schon erwähnt, 1802 nach der im Frühling selbigen Jahres erfolgten Gradualdisputation. Nirgends wird erwähnt, dass von seiten der Universität Anstrengungen gemacht worden wären, den Weggehenden zum Bleiben zu veranlassen. Mit Rücksicht auf sein Verhältnis zu den damaligen Vertretern der Chemie ist das auch wenig wahrscheinlich, obgleich die Venia docendi sowohl vorher wie auch später auf Grund weniger bedeutender Arbeiten erteilt worden ist und obwohl seine Anlagen so ausgeprägt waren, dass sie selbst einem mässigen Scharfblick auffallen mussten. Diese Unterlassung hat sich indessen gerächt. Wenigstens kommt es der Nachwelt wie eine Vergeltung vor, dass das Laboratorium, welches sich einst den Luxus leisten konnte, einen BERZELIUS zu entbehren, während der nächstfolgenden fünfzig Jahre an der Entwickelung der Wissenschaft so gut wie gar keinen Anteil hatte. Ja es kam schliesslich so weit, dass die Chemie an diesem Institut ihre Stellung als selbständige Disciplin einbüsste,

---

[1]) Afhandl. i Fysik, Kemi etc. II. 77.

um nur zu Hilfswissenschaft der Mineralogie zu werden, bis endlich einer von BERZELIUS' Schülern ihrem Verfalle Einhalt that und sie zu einer dem Andenken TORBERN BERGMAN's würdigeren Stufe erhob[1]).

Man dürfte kaum in der Annahme fehlgehen, dass BERZELIUS die akademischen Hörsäle ohne all zu grosses Bedauern verliess. Die Härte des Schicksals, welche seiner ganzen Schulzeit die Signatur gab, hatte ihn auch an der Universität verfolgt. Denn der Schutz und die Aufmunterung, auf die ein wissensdurstiger und der Forschung ergebener Zögling unter gewöhnlichen Verhältnissen rechnen kann, wurden ihm nicht zu teil, wenn auch vielleicht zugegeben werden muss, dass er selbst daran nicht ganz schuldlos war. Noch immer waren Entbehrungen und Entsagungen seine treuesten Gefährten, und die häufigen, meist unfreiwilligen Unterbrechungen seiner Studien zeugen von einem früh begonnenen Kampf ums Dasein. Die Gemütsart BERZELIUS' war aber von so glücklicher Beschaffenheit, dass alle Widerwärtigkeiten nur dazu beitrugen, seinem Geiste erhöhte Elasticität zu verleihen. Was frühe Erfolge vielleicht niemals gezeitigt hätten, das brachten die sich ihm entgegenstellenden Schwierigkeiten zu stande: sie beschleunigten die Entwickelung seiner wissenschaftlichen Schöpfungskraft und stählten seinen Willen.

Und die Freudlosigkeit seiner Kinder- und Jünglingsjahre liess ihn schon von Anfang an seine einzige Erholung in unermüdlicher Arbeit suchen.

---

[1]) BERZELIUS klagt später selbst bitter über die wissenschaftliche Sterilität der Universitätschemiker. So schreibt er z. B. 1831: „Bei uns kommt es mehr und mehr aus der Mode, sich mit Untersuchungen zu beschäftigen. W. (AFZELIUS' Nachfolger) ist sehr fleissig — wenn es gilt mit eigener Hand die Pappschachteln für die Mineraliensammlung der Universität herzustellen, die er dadurch um einige Reichsthaler per tausend Stück billiger bekommt. L. ist so versoffen, dass er seine Stelle als Adjunkt in Upsala verlor, zu der er beordert war, alldieweil der ordentliche Adjunkt W. nichts anderes thut als sein Gehalt in Empfang zu nehmen". Brief an H. ROSE 22. 4. 1831.

II.

Periode der elektrochemischen Untersuchungen.

Wir finden BERZELIUS in Stockholm wieder. Die Zeit unmittelbar nach Beendigung seiner akademischen Studien war ohne Zweifel nach mehr als einer Richtung hin für seine Zukunft ausschlaggebend, wenngleich die Geschichte — und das liegt in der Natur der Sache — von den Kämpfen, die sich in seinem Innern abspielten, verhältnismässig wenig zu berichten weiss. Er stand nun am Scheidewege. Sollte er sich der praktischen Ausübung des ärztlichen Berufes widmen oder sollte er seine wissenschaftlichen Studien fortsetzen? Für ersteren hatte er niemals eine ausgesprochene Neigung, zur Fortsetzung der Studien fehlte es ihm an den nötigen Mitteln. Es ist ihm daher nicht zu verdenken, dass er es für gar zu gewagt hielt, sogleich den Beruf aufzugeben, für welchen er sich unter vielen Mühen und Entbehrungen ausgebildet hatte und der ihm ein sicheres, wenn auch bescheidenes Auskommen verhiess; anderseits muss man ihm zu gute halten, dass er die zweite Alternative nicht von Anfang an mutlos von der Hand wies; zumal da die sich ihm damals darbietenden Aussichten, auf der wissenschaftlichen Laufbahn Erfolge schnell zu erzielen, nicht besonders gross waren. Auch findet man, dass er der Zukunft nicht mit allzu hochgespannten Hoffnungen entgegensah: die Ansprüche und Erwartungen, die er in seiner frühen Jugend

gehegt, hatten sich schon lange auf den Wunsch allein reduciert, nur das tägliche Brot zu verdienen[1]).

Um überhaupt die Möglichkeit herbeizuführen, sich neben dem ärztlichen Berufe auch chemischen Forschungen hingeben zu können, musste er eines der Bildungscentren des Landes zu seinem Aufenthalt wählen; da indes ein Verbleiben in der Universitätsstadt aus oben angeführten Gründen für ihn nichts Verlockendes haben konnte, war es sicherlich kein Zufall, dass er sich unmittelbar nach Beendigung seiner medizinischen Studien in der Hauptstadt niederliess.

Hier trat bald genug in seinen Verhältnissen eine unverkennbare Wendung zum guten ein. Zwar währte es noch einige Jahre, bevor es ihm gelang, sich die ökonomische Unabhängigkeit zu erkämpfen, ohne welche, wie er selbst später äusserte, „ein Wissenschaftsmann doch leicht als Wissenschaftsmann zu Grunde geht"[2]); doch konnte er nicht umhin zu merken, dass er hier in eine ungleich günstigere Atmosphäre, in eine Umgebung, die ihn weit besser verstand, gekommen war. Seine Stellung nahm von Anfang an eine Richtung, die ihn seinem Lieblingsstudium immer näher brachte, indem sich sein Wirken mehr als das eines Lehrers denn als das eines Arztes gestaltete[3]). Und in kurzer Zeit gelang es ihm, sich

---

[1]) Vgl. SILJESTRÖM, Minnestal S. 9.

[2]) Brief von BERZELIUS an LIEBIG, 13. 12. 1831. JUSTUS CARRIÈRE's Ausgabe. 2. Aufl. S. 20.

[3]) BERZELIUS' Beförderung während der ersten fünf Jahre seines Aufenthaltes in Stockholm gestaltete sich wie folgt: noch bevor er sich in Stockholm niedergelassen hatte, war er Stipendiat der dortigen medizinischen Schule (später königl. Carolinisches Institut) geworden. Dann wurde er 1802 vom Collegium medicum zum Adjunkt der Medizin und Pharmacie daselbst ernannt. Im darauf folgenden Jahre hielt er über Chemie teils öffentliche Vorlesungen für das hauptstädtische gebildete Publikum, teils besondere für die Studenten der Medizin. In den Jahren 1804—1805 vertrat er an der medizinischen Schule die Stelle des pensionierten Professor SPARRMAN's, wurde aber bei der endgültigen Besetzung zu gunsten des Naturhistorikers KONRAD QUENSEL (1767—1806) übergangen. Gewissermassen als Entschädigung erhielt er 1806 den Titel eines Assessors im Sanitätskollegium. Zuletzt wurde er 1807 nach dem frühzeitigen Tode QUENSEL's zum ordentlichen Professor der Medizin und Pharmacie an der erwähnten Anstalt ernannt mit der Verpflichtung, über

Freunde und Gönner zu erwerben, die seine wissenschaftlichen Bestrebungen mit Rat und That unterstützten.

Von besonderer Bedeutung wurde seine Bekanntschaft mit HISINGER [1]), in dessen Hause er einige Zeit wohnte [2]). Gemeinschaftlich mit ihm führte er schon in demselben Jahre, in dem er nach Stockholm übersiedelte, die Untersuchung aus, durch welche sein Name zum erstenmal weit über die Grenzen des Vaterlandes hinaus bekannt werden sollte. Diese Untersuchung wurde zudem der erste Impuls zu seiner — wenn auch nicht bedeutungsvollsten — so doch unter seinen Zeitgenossen vielleicht das grösste Aufsehen erregenden wissenschaftlichen Grossthat. Es verlohnt sich daher, auf die Vorgeschichte derselben etwas näher einzugehen.

Wir haben bereits gesehen, dass BERZELIUS' Interesse für

Chemie, Naturgeschichte, Pharmacie und Medizin (!) zu lesen. (Vgl. SILJESTRÖM, Minnestal etc. S. 56, PALMSTEDT, Biografiskt Föredrag om Friherre J. J. BERZELIUS. u.s.w.). Kurze Zeit fungierte er auch als Lehrer der Chemie und Botanik an der Kriegsakademie zu Carlberg. Neben seiner Thätigkeit als Lehrer nahm er während dieser Jahre nur einige kleinere Vertretungen an, so als Armenarzt an der Adolf-Friedrich-Gemeinde (1804), wofür er das bescheidene Honorar von 66 Reichsth. 32 Schilling erhielt, und als Arzt am sogenannten Werner'schen Garten in Stockholm, einer Art Kurgarten für artificielle Mineralwasser. Dazu kommt noch sein Vikariat in Drottningholm im Sommer 1803. (Hier erkrankte er lebensgefährlich am Nervenfieber, wurde aber durch die aufopfernde Pflege seines Promotionskameraden, des jungen Arztes ISR. EKSTRÖM wieder hergestellt. PONTIN. Samlade skrifter I. 226.)

[1]) WILHELM HISINGER, geboren am 22. Dezember 1766 auf dem Gute Elfstorp im Kirchspiel Grythytte in Örebro Län. Seine Eltern waren der Gutsbesitzer WILHELM H. und CHRISTINA FABRIN. Er bezog 1784 die Universität Upsala, wo er chemische und naturgeschichtliche Studien betrieb. Später widmete er sich einem umfassenden Hüttenbetrieb. 1804 wurde er Mitglied der Akademie der Wissenschaften. Ausser der Untersuchung, die er gemeinschaftlich mit BERZELIUS vollführte, schrieb er noch ungefähr 40 Abhandlungen, hauptsächlich mineralogischen, geognostischen und paläontologischen Inhalts. Er starb am 28. Juni 1852 auf seinem Eigentume Skinskatteberg in Westmanland im Alter von $85^1/_2$ Jahren.

[2]) SILJESTRÖM, Minnestal S. 23; unter den übrigen Gönnern BERZELIUS' in dieser Zeit merken wir besonders J. L. ASCHAN, Arzt, später Bergrat und Gutsbesitzer (1772—1856), und DAVID VON SCHULZENHEIM, königlicher Oberarzt (1732—1823).

die elektrischen Erscheinungen gleich im Anfang seiner chemischen Studien erweckt wurde. Das war zweifellos mehr denn blosser Zufall. Die wissenschaftliche Atmosphäre der damaligen Zeit war sozusagen mit Elektricität geladen. Der grosse antiphlogistische Streit, welcher während der vorhergehenden zehn Jahre alles Interesse für sich in Anspruch genommen hatte, war bis auf wenige Ausnahmen in seinen Hauptzügen ausgekämpft und die dabei beteiligten Gladiatoren verliessen einer nach dem andern die Arena. Aber wie schon oft nach solchen Streitfragen, die mehrere Jahre hindurch die Geister beschäftigen, folgte auch hier nach der schliesslichen Beilegung des Streites ein gewisser Stillstand und eine Abspannung bei den Siegern wie auch bei den Besiegten. Denn es lässt sich nicht leugnen, dass während der letzten zehn Jahre des achtzehnten Jahrhunderts in der chemischen Wissenschaft eine unverkennbare Ruhe herrschte, eine Ruhe, die besonders auffällig ist, wenn man sie der emsigen Wirksamkeit gegenüberstellt, die sich in den unmittelbar vorhergehenden und den darauf folgenden Jahren entfaltete. Die Periode 1790—1799 ist merkwürdig arm an Entdeckungen auf dem centralen Gebiete der Chemie. Zwar fehlt es auch hier keineswegs an bedeutenden Ansätzen, es bleibt jedoch bei diesen. Man braucht nur an die stöchiometrischen Untersuchungen RICHTER's zu denken. Wie wichtig diese und ähnliche Arbeiten auch gewesen sein mögen, so fanden sie doch damals wenig Beachtung. Es sind gleichsam in die Erde gelegte Samenkörner, die erst später zur Entwickelung gelangen sollten. Nur auf den mehr peripherischen Gebieten war eine grössere Lebhaftigkeit zu merken, wie z. B. auf dem der Mineralchemie, wo die Thätigkeit hervorragender Mineralanalytiker gerade in dieser Zeit zu mehreren schönen Entdeckungen neuer Grundstoffe führte[1]).

Wahrscheinlich ist die vorhin angedeutete Abspannung nirgends so krass hervorgetreten wie gerade in Schweden, wo

---

[1]) So wurde das Strontium 1793 von KLAPROTH im Strontianit, das Yttrium 1794 von GADOLIN in dem nach ihm benannten Gadolinit, das Chrom 1797 von VAUQUELIN im Chrombleispat, das Beryllium 1798 von demselben im Beryll entdeckt.

der Glanzperiode der Chemie unter Torbern Bergman und Carl Wilhelm Scheele das lange Afzelius'sche Interregnum folgte, dessen Dunkel erst durch den in Berzelius neu aufgehenden Stern erhellt werden sollte.

Um so mehr Gelegenheit hatten unterdessen die Chemiker, ihre Aufmerksamkeit den bemerkenswerten Ereignissen in der physikalischen Schwesterwissenschaft zuzuwenden, wo gerade damals eine Aufsehen erregende und Epoche machende Entdeckung der andern Schlag auf Schlag folgte.

Im Jahre 1791 hatte Luigi Galvani seine berühmte Schrift „de viribus electricitatis in motu musculari commentarius" herausgegeben, in welcher er über die Entdeckung der nach ihm benannten Phänomene berichtet, zu deren Erklärung er die Hypothese von der „tierischen Elektricität" aufstellt. Und bereits ein Jahr später entbrannte der Streit zwischen ihm und seinem Landsmann Alessandro Volta, zwischen dem Physiologen und dem Physiker, zwischen der vitalistischen Theorie und der Theorie der Berührungselektricität. Es ist bekannt, dass die Hypothese des Bologneser Arztes, der in dem zufällig angewandten organischen Präparat den Sitz der Elektricität erblickte, sich nicht lange behaupten konnte gegenüber der mehr geschulten Auffassung, nach welcher die einzige und eigentliche Quelle des Phänomens in dem Metallkontakt zu suchen sei. Der Froschschenkel hatte seine Schuldigkeit gethan und verschwand vom Schauplatz. Volta wurde der Leiter der wissenschaftlichen Welt bei der Deutung der Entdeckung Galvani's. Er befestigte noch mehr sein Ansehen durch seinen klassischen Fundamentalversuch (1797) und vor allem durch die Erfindung der Säule (1800), ein würdiges Patengeschenk für das neugeborene neunzehnte Jahrhundert. In seiner Führerrolle konnte er sich indessen von einer gewissen Einseitigkeit nicht frei machen; dem eminenten Physiker fehlte der Sinn für die chemischen Erscheinungen, die mit den galvanischen unauflöslich verbunden sind. Er übersah sie, und als er zuletzt nicht mehr umhin konnte, sie zu bemerken, mass er ihnen wenig oder keine Bedeutung bei. Nur so kann man es sich erklären, dass der Erfinder der Säule nicht auch gleich-

zeitig der Entdecker der elektrolytischen Zersetzung des Wassers wurde.

Schon vor der Erfindung der Säule hatte es nicht an Stimmen gefehlt, die sich für den Zusammenhang zwischen den galvanischen und chemischen Phänomenen erhoben, wohingegen andere z. B. ALEX. v. HUMBOLDT, ebenso wie VOLTA, diesen Zusammenhang bestritten. Eine sozusagen ultrachemische Auffassung vertrat FABBRONI, der 1792 [1]) die rein chemische Natur der „Metallelektricität" verfocht. Der Physiker und Naturphilosoph J. W. RITTER stellte sich auf einen mehr gemässigten Standpunkt. Er hatte die Übereinstimmung zwischen VOLTA's Spannungsreihe der Metalle und dem Grade ihrer Oxydierbarkeit nachgewiesen und auch den beschleunigten Oxydationsprozess beobachtet, der häufig dann eintritt, wenn ein Metall mit einem andern in leitende Verbindung gesetzt wird [2]). Noch waren es eigentlich nur dunkle Ahnungen von der künftigen Bedeutung des Galvanismus für die Chemie, die hier und da zum Ausdruck kamen. Nachdem aber durch die Erfindung VOLTA's die Möglichkeit gegeben war, höhere elektromotorische Kräfte zu erzeugen, waren diese Ahnungen mit einem Male volle Wirklichkeit geworden. Der zündende Funke, der von der Säule ausging, erweckte die chemische Forschung zum neuen Leben. Wir wissen, dass dem ersten Bekanntwerden des VOLTA'schen Apparates unmittelbar die Entdeckung der Elektrolyse durch die englischen Physiker [3]) folgte. Und von besonderem Interesse ist es zu beobachten, mit welchem Eifer sich gerade die Fortschrittsmänner der Chemie auf diese Erfindung warfen, die Männer, die nach wenigen Jahren jeder in seiner Richtung die Führung in ihrem Fache übernehmen sollten. Hier auf dem Felde der Elektrochemie begegnen sich BERZELIUS und HUMPHRY DAVY zum zweiten Male im edlen Wettkampf.

Im März des Jahres 1800 hatte VOLTA seinen berühmten Brief an BANKS, den Präsidenten der Royal Society, abgesandt, worin er unter anderem auch über die Konstruktion der Säule

---

[1]) Siehe OSTWALD, Elektrochemie S. 103.

[2]) Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprozess im Tierreich begleite. Weimar 1798.

[3]) NICHOLSON und CARLISLE, GILBERT's Annalen 6, 340 (1800).

berichtet[1]). Schon in demselben Jahre beeilt sich BERZELIUS, damals noch Student, trotz der wenigen ihm zu Gebote stehenden Mittel, sich den neuen Apparat zu verschaffen. Die Silberplatten übersteigen jedoch sein Vermögen, weshalb er sie mit Kupferplatten vertauscht, ohne dabei eine wesentliche Verminderung im Effekt zu bemerken; und so hatte er schon jetzt die Veränderung in der Konstruktion der Säule praktisch vorgenommen, die im folgenden Jahre von RITTER vorgeschlagen wurde[2]).

Die Versuche, die BERZELIUS mit dem so zusammengesetzten Apparate zuerst anstellte, waren, wie schon erwähnt[3]), therapeutischer Natur, was leicht erklärlich ist, sei es dass man die Hauptrichtung seiner damaligen Studien in Betracht zieht, sei es dass man daran denkt, wie unbestimmt — dafür aber um so gespannter — die Erwartungen waren, welche die Mitwelt an die heilende Kraft des Galvanismus knüpfte, Erwartungen, die GALVANI selbst durch seine originelle Hypothese von den „Lebensgeistern" angeregt hatte.

Die praktischen Erfahrungen überzeugten schon nach einigen Monaten BERZELIUS, dass die Erwartungen zum grossen Teil übertriebene waren, wenn auch der Nutzen der elektrischen Therapie in gewissen speciellen Fällen keineswegs unterschätzt werden dürfte. In seiner schon oben erwähnten Gradualabhandlung[4]) legte er das Resultat seiner hierher gehörigen Untersuchungen nieder: es ist eine ganze Reihe von Krankheiten, an denen er die Kraft des neuen Heilmittels geprüft hat: paralysis apoplectica et rheumatica, surditas, induratio parotidis, fungus genu, ulcera crurum, chorea S:ti Viti, anaesthesia digitorum u. s. w., ausserdem suchte auch ein „leukophlegmatiker" um seine Hilfe nach. Von den meisten dieser Kuren bekennt der junge Aeskulap aufrichtig: „galvanismus nihil effecit," selbst in den Fällen, wo der Patient sich selbst eine Besserung einbildete: „quamquam ipse sibi persuasum

---

1) Philosophical Transactions 1800. II. 405 u. ff.

2) OSTWALD, Elektrochemie S. 167.

3) Siehe S. 18.

4) De Electricitatis Galvanicae apparatu cel. Volta, excitae in corpora organica effectu.

habebat se paullo saniorem discedere.“ Nur in einem Falle von lokaler Gefühlslosigkeit gelang es ihm, eine entschiedene und dauerhafte Besserung zu erzielen[1]).

Während dieser praktisch medizinischen Experimente ist seine Aufmerksamkeit indessen auch auf die theoretische Seite der Frage gerichtet. Das geht aus dem Schlusse seiner Abhandlung hervor. Hier wirft er die Frage auf, ob und inwiefern zwischen Galvanismus und Reibungselektricität ein wesentlicher Unterschied existiert, und fühlt sich nach einiger Erörterung berufen, diese Frage in verneinendem Sinne zu beantworten[2]). Als Berzelius dies schrieb, im Frühjahr 1802, hatte er übrigens Gelegenheit gehabt, seine Erfahrungen über die Volta'sche Säule nicht unwesentlich über seine Medevi-Experimente hinaus zu erweitern[3]).

Denn kaum hatte er seine medizinischen Examina beendet, so vertiefte er sich mit erhöhtem Eifer in die elektrischen

---

[1]) Er fasst das Resultat seiner Versuche dahin zusammen: „hinc, si quid per analogiam concludere liceat, vires galvanicae imprimis magni momenti erunt, ubi sentiendi facultas imminuta est vel deficit; ut in amaurosi ex locali nervorum debilitate profecta, in surditate ex eadem caussa; et in ea paralysi, quae cum privatione sensus conjuncta est. Galvanismus tamen non temere est aspernandus in aliis aegritudinibus, longinquior enim usus multa fortasse potest efficere.“ De electricitatis etc. effectu S. 11. — Ein nüchternes Urteil, an dem die Heilkunst nach allen während eines ganzen Jahrhunderts gewonnenen Erfahrungen wenig zu ändern haben dürfte.

[2]) „Si majori apparatu electri[illegible] eretur, usque dum solitam Gal[illegible] nullam inter insignia haec ph[illegible]

[3]) Das geht aus f[illegible] März (1802) wurden [illegible] einige Versuche m[illegible]00; Voigt's Magazin [illegible] (Diese sog. Galva[illegible]g om Galvanismen S[illegible] lich mit G. S. b[illegible] S. 74. von Säulen zu [illegible]'s Annalen 10, 28[illegible] selben mit [illegible]da 6, 340 (1800). nahm auch [illegible]nda 9, 28 (1801). forscher. [illegible]fhandling om Galv[illegible] Stoffe [illegible] Siehe z. B. Lärbok [illegible] har[illegible]

[9]) Gilbert's Annale[illegible]

[10]) Ebenda 9, 451 (1[illegible]

Forschungen, denen er nunmehr eine Richtung gab, die seiner Neigung von Anfang an am meisten zusagte: er behandelte sie vom Standpunkt der Chemie aus. Das erste Resultat dieser Studien war seine Abhandlung über den Galvanismus [1]). (Sein Zusammenarbeiten mit HISINGER hatte damals schon angefangen, wie aus dem Vorwort [2]) hervorgeht.)

Diese Abhandlung hat in erster Linie den Charakter einer recht ausführlichen, von einer gründlichen Litteraturkenntnis zeugenden Zusammenfassung der ausländischen Arbeiten, die bis dahin auf dem Gebiete der „Metallreizung" ausgeführt worden, von den Geschmackversuchen SULZER's an bis zu VOLTA's, FABBRONI's, PFAFF's, ALEX's v. HUMBOLDT und RITTER's Untersuchungen, nicht zu vergessen die Arbeiten der grossen französischen Kommission, die allerdings zur Erklärung der Sache wenig beitrugen.

Ein besonderes Kapitel behandelt die chemischen Wirkungen der Säule. Dies möge hier besonders hervorgehoben werden, weil es als eine Vorstudie oder richtiger als Einleitung anzusehen ist zu der bald folgenden, gemeinschaftlich mit HISINGER herausgegebenen Untersuchung über die Elektrolyse der Salze, welche er um diese Zeit zweifelsohne schon begonnen hatte. Dieser letzteren an und für sich fehlt jedes geschichtliche Vorwort, weshalb ein Leser, der die „Abhandlung über den Galvanismus" nicht kennt [3]), leicht zu dem Glauben verleitet werden könnte, dass BERZELIUS an diese Untersuchung herangegangen sei, ohne sich vorher mit dem vertraut gemacht zu haben, was schon vor ihm auf diesem Gebiete geleistet worden ist. Nichts wäre jedoch ungerechtfertigter als diese Beschuldigung. — Besonders diskutiert er die eigentümlichen Einwendungen gegen die Auffassung des Wassers als Ver-

---

[1]) Afhandling om Galvanismen af J. JACOB BERZELIUS, Stockholm 1802.

[2]) „Der Gutsbesitzer HISINGER, dessen Güte und Eifer für die Wissenschaft ich die Tafel und die Beschreibung der nötigen Werkzeuge, welche in dieser Abhandlung (in einer mit H. bezeichneten Nachschrift) enthalten sind, zu verdanken habe." l. c.

[3]) Diese ist nicht einmal in H. ROSE's Gedächtnisrede erwähnt, die sonst hinsichtlich der wissenschaftlichen Arbeiten BERZELIUS' nur wenige Lücken aufzuweisen hat.

bindung zwischen Sauerstoff und Wasserstoff, welche kurz vorher J. W. Ritter gemacht hatte [1]). Berzelius zollt den Arbeiten Ritter's in vieler Hinsicht seine volle Anerkennung, trotzdem „sich dieser einer Schreibweise bedient, die im ersten Augenblicke schwerverständlich und beinahe stets viel zu weitschweifig ist" [2]). Gegen die Hypothese von der elementaren Natur des Wassers glaubt er jedoch aus theoretischen Gründen Widerspruch einlegen zu müssen: „So sinnreich Ritter's Lehre auch ist, kann er dennoch nicht mit einem einzigen Versuch ein Lehrsystem umstossen, das auf tausende Versuche gegründet ist" [3]). Dies schrieb er ungefähr zur selben Zeit als P. L. Simon in Berlin auf experimentalem Wege dasselbe Problem behandelte und nachwies, dass das Gewicht der bei der Elektrolyse entwickelten Gase genau so gross ist, wie das des verschwundenen Wassers [4]).

Eine andere brennende Frage, die ebenfalls berührt wurde, bildet die von vielen Seiten, z. B. von Nicholson und Carlisle [5]) wie auch von Desormes [6]), aufgestellte Behauptung von der Erzeugung saurer und alkalischer Stoffe bei der Elektrolyse des Wassers. Berzelius erwähnt in einer Fussnote [7]) einen Versuch von Hisinger (woran er — nach späteren Äusserungen [8]) zu urteilen — auch selbst teilgenommen) aus dem unzweifelhaft hervorgeht, dass diese Produkte von Verunreinigungen herrühren; bei der Anwendung von reinem Wasser können sie nicht beobachtet werden, „selbst nicht nach einer mehrtägigen Galvanisierung". Dies wurde bekanntlich auch durch die Versuche mehrerer deutschen Forscher bestätigt, besonders durch diejenigen von Simon [9]) und Buchholz [10]) die allerdings weit

---

[1]) Im Jahre 1800; Voigt's Magazin II. 356.
[2]) Afhandling om Galvanismen S. 45.
[3]) Ebenda S. 74.
[4]) Gilbert's Annalen 10, 282 (1802).
[5]) Ebenda 6, 340 (1800).
[6]) Ebenda 9, 28 (1801).
[7]) Afhandling om Galvanismen S. 79.
[8]) Siehe z. B. Lärbok i Kemien I, 2. Aufl. 122 (1817).
[9]) Gilbert's Annalen 8, 41 und 492; 9, 386 (1801).
[10]) Ebenda 9, 451 (1801).

weniger beachtet wurden als DAVY's fünf Jahre später zur Entscheidung derselben Frage gelieferter Beitrag [1]).

Andere Verbindungen, deren Verhältnis zum elektrischen Strome angeführt wird, sind Kali und Natron, Ammoniak (nach CRUICKSHANK und DAVY), Kalkhydrat (nach DESORMES), Thon in Ammoniak aufgelöst, „Kiesel" in Kali aufgelöst, Schwefelsäure, schweflige Säure, „Stickstoffsäure" (nach BUCHHOLZ), Salzsäure und Phosphorsäure. Das Interesse konzentriert sich aus naheliegenden Gründen auf das was über die Elektrolyse der Salze geäussert wird, da man hierin das Programm für BERZELIUS' spätere Untersuchungen zu suchen hat: „dass die Neutralsalze — zersetzt werden, wenn man sie, in Wasser aufgelöst, der Wirkung der Säule aussetzt, ist bekannt, jedoch nicht so bekannt, dass hierüber Gewisses angegeben werden könnte" [2]). Und ferner: „Aus den Erdsalzen wird, wie übereinstimmende Versuche lehren, die Erde am Wasserstoffdraht niedergeschlagen. Aus Metallsalzen wird das Metall in Krystallform am Wasserstoffdraht ausgeschieden. Diese Ausscheidung ist nicht etwa eine Wirkung des benutzten Leiters, sondern des Wasserstoffs, der sich hierbei entwickeln würde, denn die am leichtesten oxydierbaren Metalle, wie z. B. Zink, können reduciert werden und schiessen an Gold oder Platin an. Doch dürfen wir diese Wirkungen nicht dem Wasserstoff allein zuschreiben, denn bei diesen Versuchen werden auch Metalle niedergeschlagen, die ausserhalb der Kette nur zum Teil vom Wasserstoff reduciert werden können wie z. B. Eisen und die bei gewöhnlicher Lufttemperatur das Wasser zersetzen" [3]). — „Mit alkalischen Metallsalzen hat man noch keine entscheidende Versuche angestellt. . . . . . Aus Kupferammoniak wird nach HISINGER's Versuch das Kupfer ausgeschieden, und die Flüssigkeit wird bei Benutzung von Golddrähten farblos" [4]).

So weit besteht die Abhandlung über den Galvanismus hauptsächlich in einem Referat über die Untersuchungen

---

[1]) Philosophical Transactions 1807, 1.

[2]) Afhandling om Galvanismen S. 86.

[3]) Ebenda S. 89.

[4]) Ebenda S. 91.

anderer, wobei hier und da eigene Reflexionen eingeschaltet werden; der Rest behandelt teilweise Versuche, die BERZELIUS selbst angestellt oder an welchen er teilgenommen hat. So findet man hier [1]) teils den Inhalt der Gradualabhandlung in schwedischem Text wieder, teils auch eine ausführliche Berichterstattung über die Experimente, welche die galvanische Gesellschaft (G. S.) anstellen liess in der Absicht, eine endgültige Lösung der Frage zu erzielen, inwieweit Galvanismus und Reibungselektricität identisch sind. Ein Zweifel an dieser Identität scheint, seiner Ansicht nach, nicht mehr berechtigt zu sein [2]). Überhaupt ist es bemerkenswert, dass diese Frage selbst noch im Jahre 1802 auf der Tagesordnung stand. GALVANI selbst hatte schon von Anfang an die sog. tierische Elektricität als mit der gewöhnlichen identisch angesprochen [3]). VOLTA hatte sich später mutatis mutandis zum Vertreter derselben Auffassung gemacht [4]). Von anderer Seite jedoch wurde immer wieder eine entgegengesetzte Ansicht geltend gemacht, selbst von hervorragenden Forschern wie z. B. ALEX. v. HUMBOLDT [5]). Darum finden wir VOLTA noch nach der Erfindung der Säule damit beschäftigt, eine endgültige Beweisführung in diesem viel umstrittenen Punkt zu Wege zu bringen. Dass man dieser Streitfrage auch in Schweden mit lebhaftem Interesse folgte, geht aus der Darstellung von BERZELIUS zur Genüge hervor.

Nachdem er endlich in Kürze die VOLTA'sche Theorie

---

[1]) Afhandling om Galvanismen, S. 93—107.

[2]) „Sonach ist bewiesen, dass die Ursache der Phänomene, die die Säule zeigt, die Elektricität ist, welche hinsichtlich ihrer Natur und ihrer Eigenschaften völlig gleich derjenigen ist, die durch Reibung erzeugt wird, jedoch verschieden von derselben in Bezug auf ihre Entstehungsweise und der unglaublichen Schnelligkeit, mit welcher eine so grosse Menge hervorgebracht wird, ohne es zu einem bedeutenderen Ladungsgrad kommen zu lassen. Hierbei liegt die Ursache nicht in der Elektricität, sondern in der Verschiedenheit der Stoffe, die hierbei geladen werden.“ Ebenda S. 118—119.

[3]) OSTWALD, Elektrochemie S. 36.

[4]) Siehe J. W. RITTER, Beiträge zur näheren Kenntnis des Galvanismus I, 3. 50.

[5]) In seinem Werke: Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser etc. (1797).

behandelt hatte, „wie die Elekricität in der Säule hervorgebracht wird“, fährt er fort: „Aus Furcht, durch Missverständnis oder durch Undeutlichkeit eine Arbeit zu verderben, die uns, einmal vollständig zu unserer Kenntnis gelangt, sicherlich den tiefen Forschungsgeist ihres genialen Verfassers bewundern lassen wird, wage ich es nicht, diese Lehre noch ferner zu berühren. Indessen will ich noch einige Anmerkungen hinzufügen, ... die, wenn sie auch nicht die Theorie VOLTA's umstürzen, dennoch vielleicht einige Aufmerksamkeit verdienen“ [1]).

Den Ausgangspunkt dieser Anmerkungen bildet die Beobachtung, dass die Wirkung der Säule zunimmt, wenn die Oxydation eines der Metalle befördert wird, und das Nichtvorhandensein von Beweisen für die Möglichkeit der Säulenelektricität ohne Oxydation. Ihr Endziel ist, gerade in diesem chemischen Prozess den Ursprung der entwickelten Elektricität zu suchen. „Stellen wir uns,“ sagt er, „eine Säule vor, in folgender Reihenfolge gebaut: Zink, feuchter Leiter, Silber u. s. w. Das Zink verbindet sich mit Sauerstoff, und Wasserstoff wird entwickelt, wenn auch in ziemlich geringer Menge; negative Elektricität dürfte daher auch hier entstehen. Die Flüssigkeit leitet die Elektricität unvollständig und kann daher eine Elektricität von geringer Intensität nur ganz langsam durchlassen, welche deshalb bis zu einem gewissen Grade in der Fläche muss gesammelt werden können, die das Zink berührt, da dieses stets ersetzen kann, was das Wasser hindurchlässt. Wir wissen, dass, wenn Elektricität auf der einen Seite eines Körpers gesammelt ist, ohne ihn durchdringen zu können, die entgegengesetzte Seite eine grössere Attraktion für die entsprechende Elektricität erhält als sie vorher hatte und dadurch eine Verteilung der Elektricität in denjenigen Körpern verursacht, die den ersten berühren, falls sie isoliert sind....... Wenn nun dies auch mit der Flüssigkeit der Fall wäre? Könnten wir uns nicht vorstellen, dass sie, auf der Zinkseite negativ elektrisiert, eine solche Verteilung in der Elektricität der Leiter bewirkte, mit denen sie auf der anderen Seite be-

[1]) Afhandling om Galvanismen S. 124.

legt ist, und dass dies sich später in derselben Weise vom ersten Paare durch die übrigen fortsetzt"?[1])

Als ferneren Beweis für seine Ansicht führt er Versuche an mit Säulen aus einem Metall und zwei Flüssigkeiten derart konstruiert, dass dem Metall die Möglichkeit benommen war, sich auf der einen Seite zu oxydieren, z. B. Zink, Kochsalzlösung (oder verdünnte Säure) und eine gesättigte Lösung von „salzsaurem Zink". Es stellte sich heraus, dass die Seite, wo die Säure oder die Kochsalzlösung das Metall berührte, negativ und der andere Pol positiv elektrisch wurde, was bei der Zersetzung des Wassers mit Silberdrähten leicht beobachtet werden konnte [2]).

Berzelius hat auch versucht, sich von dem Verlaufe der Elektrolyse eine Vorstellung zu machen. Hierbei ging er ebenso wie die meisten seiner Zeitgenossen von der Annahme der substantiellen Natur der Elektricität aus. Hiernach betrachtet er die Elektricität als einen Stoff, mit der Fähigkeit ausgestattet, mit andern Körpern „chemische Verbindungen" einzugehen, aus welch' letzteren sie sich unter veränderten Bedingungen von neuem „loslösen" kann [3]). Aus dieser Auffassung ergiebt sich deutlich die Konsequenz, dass, wenn z. B. Wasser durch den Strom zersetzt wird, die Elektricität am Drahte sich mit einem der Bestandteile des Wassers verbindet, sodass der andere Teil frei wird [4]).

---

[1]) Afhandling om Galvanismen S. 126—127.

[2]) Ebenda S. 132.

[3]) Ebenda S. 135.

[4]) „Da wir aus den Versuchen, die ich bereits angeführt habe, schliessen müssen, dass die Elektricität aus chemischen Verbindungen losgelöst werden kann, muss sie unbedingt Verwandtschaften haben, und infolgedessen unter gewissen Umständen die Zusammensetzung der Körper verändern können dadurch, dass sie mit diesen neue chemische Verbindungen eingeht. Wenn sie solche Körper trifft, durch welche ihr Gleichgewicht mit Leichtigkeit wieder hergestellt wird, kann dies nicht geschehen; auch nicht bei solchen, welche sie nicht durchdringen kann; sondern nur bei den Körpern, wo sie ein wenig aufgehalten wird, und das ist der Fall bei Halbleitern, wie Wasser und wässerige Lösungen, oder auch bei Leitern, die im Verhältnis zu der Elektricität, von der sie durchströmt werden sollen, eine zu geringe Quantität Materie haben. . . . . . In beiden Fällen tritt eine Veränderung in den Körpern ein, durch welche die Elektricität geleitet wird; im ersten

Wie man aus der obenstehenden Zusammenfassung ersieht, trat BERZELIUS schon damals (1802) in eine entschiedene, wenn auch der Form nach auffällig schonende Opposition gegen die Kontakttheorie VOLTA's ein, und zwar deshalb, weil letzterer die in der Säule verlaufenden chemischen Prozesse nicht in Betracht zog, sondern ihren Kausalzusammenhang mit der Elektricitätserregung vielmehr bestritt. Inwieweit er sich hierbei wissentlich oder unwissentlich von den englischen Chemikern, die sich nicht lange vorher in derselben Richtung ausgesprochen hatten [1], beeinflussen liess, kann man nun mit Sicherheit wohl nicht mehr feststellen. Die Möglichkeit einer solchen Beeinflussung ist jedenfalls nicht ausgeschlossen, da mindestens die Arbeiten von CRUICKSHANK und DAVY unserem BERZELIUS wohl bekannt waren [2].

Während die „Abhandlung über den Galvanismus" kaum ausserhalb Schwedens bekannt geworden zu sein scheint, wie sie auch hauptsächlich für das schwedische Publikum bestimmt war, erwarb sich BERZELIUS' nächste Arbeit, die mit HISINGER gemeinsam ausgeführte Untersuchung über die Elektrolyse der

---

Falle werden nur Flüssigkeiten und Halbleiter zersetzt, die gegenseitige Verwandtschaft ihrer Grundstoffe wird von der Elektricität, die sie nicht schnell genug ableiten können, verändert und so entstehen die Erscheinungen, die ich bereits beschrieben habe; im zweiten Falle wird auch der Zustand der Leiter verändert." Afhandling om Galvanismen S. 135.

[1]) Besonders CRUICKSHANK, HALDANE und H. DAVY.

[2]) Es ist interessant, die Theorie CRUICKSHANK's von der Zersetzung des Wassers mit der vorher citierten BERZELIUS'schen Darstellung desselben Themas zu vergleichen. Man kann sich leicht davon überzeugen, dass der Grundgedanke derselbe ist trotz der Verschiedenheit der Ausdrucksweise. „The easiest and simplest mode of explanation would be to suppose that the galvanic influence (whatever it may be) is capable of existing in two states, that is in an oxygenated and desoxygenated state. That when it passes from metals to fluids containing oxygen, it seizes their oxygen, and becomes oxygenated; but when it passes from the fluid to the metal again, it assumes its former state, and becomes desoxygenated. Now when water is the fluid interposed, and the influence enters it from the silver side desoxygenated ..... it seizes the oxygen of the water, and disengages the hydrogen, which accordingly appears in the form of gas; but when the influence enters the zinc wire, it parts with the oxygen, with which it had formerly united, and this either

Salze [1]), auch in weiteren Kreisen die verdiente Aufmerksamkeit. Dies ist überhaupt die erste Abhandlung von BERZELIUS, die in der wissenschaftlichen Welt allgemeiner bekannt worden ist, und so ist es erklärlich, dass selbst ein im übrigen so wohl unterrichteter Verfasser wie HEINRICH ROSE dieselbe als seine „erste veröffentliche Arbeit" bezeichnete [2]).

Was den Anteil HISINGER's an dieser Arbeit anbetrifft, so dürfte man gute Gründe dafür haben, ihn nicht bloss als interessierten Mäcen, sondern auch als wirklich aktiven Mitarbeiter anzunehmen. Denn wenn auch seine frühere Thätigkeit in ganz andere Gebiete fiel, so weiss man doch durch BERZELIUS selbst [3]), dass er sich schon früher „mit galvanischen Versuchen beschäftigt hat", und dass diese nicht fruchtlos gewesen sind [4]). Dagegen wird man, besonders nach dem Lesen der vorhergehenden Abhandlung über den Galvanismus, zu der Überzeugung gelangen, dass BERZELIUS den Plan zu der Arbeit entworfen hat; denn aus der daselbst gegebenen Darstellung von früheren elektrolytischen Versuchen erhellt an mehr als einer Stelle die Idee der künftigen Untersuchung.

„Die Wirkung der elektrischen Säule auf Salze" ist eine vorwiegend experimentelle Arbeit. Sie enthält zunächst eine detaillierte Berichterstattung über 28 verschiedene Experimente (S. 1—30) und darauf eine Zusammenfassung der Resultate,

---

escapes in the form of gas, unites with the metal to form an oxyde" etc. NICHOLSON's Journ. 4. 257 (1800).

[1]) Ihr vollständiger Titel lautet: „Versuche über die Wirkung der elektrischen Säule auf Salze und auf einige von ihren Basen von W. HISINGER und J. BERZELIUS". Diese Arbeit erschien zum ersten Male in GEHLEN's Neues allgem. Journ. für Chemie, Februar 1803 (I. 115—149), drei Jahre später in schwedischer Sprache in Afhandlingar i Fysik etc. I, 1—38 (1806) und schliesslich zum dritten Male 1807 in GILBERT's Annalen 27. 270.

[2]) Gedächtnisrede auf BERZELIUS S. 3.

[3]) Vorwort zur Abhandlung über den Galvanismus.

[4]) HISINGER trat übrigens auch später als Autor auf dem elektrochemischen Gebiete auf, teils allein: Versuche über die Wirkung der elektrischen Säule auf Tier- und Pflanzenstoffe, teils im Verein mit J. G. GAHN: Versuche, mit elektrischen Funken einer gewöhnlichen Elektricitätsmaschine Wasser zu zersetzen; beide Arbeiten in den Abhandlungen der Physik etc. I (1806).

die er dabei gewonnen (S. 30—38), verglichen mit und vervollständigt durch einige schon früher gemachten Beobachtungen. Die Substanzen, die der Elektrolyse unterworfen wurden, sind — ausser Ammoniak und Kalkwasser — ausschliesslich Salze von Ammonium, Kalium und Natrium wie auch von Calcium [1]. Ausserdem variierten die Versuchsbedingungen vielfach, indem z. B. Drähte von verschiedenem Material zur Anwendung kamen, gewöhnlich solche von Eisen, bisweilen von Kupfer, Zink, Blei oder Silber. Dass übrigens gerade die Salze der stärksten Basen zu Versuchsobjekten gewählt wurden, ist nicht etwa auf einen Zufall zurückzuführen. Der Grund hierfür ist vielmehr in der kurzen Einleitung angedeutet: „Wir wussten aus eigener Erfahrung wie auch aus den Versuchen anderer, dass alle Salze durch die Elektricität zersetzt werden, ... und dass die Zersetzung so vor sich geht, dass die Säure das Alkali, die Erde oder das Metall, mit dem sie verbunden war, verlässt, um eine entsprechende Menge des zum positiven Leiter gebrauchten Metalls aufzulösen. Dies ist aber den bekannten Verwandtschaftsgesetzen schnurgerade entgegen; daher wir uns vornahmen, diesen Gegenstand einer genaueren Prüfung zu unterwerfen“ etc. [2]). Dass die Säure ein M e t a l l „verliess“, um sich mit einem andern zu verbinden, mit dem sie den geltenden Gesetzen zufolge weniger Verwandtschaft hatte, schien gewiss schon an und für sich bemerkenswert; die Erscheinung musste aber, vom Gesichtspunkte der Verfasser aus, natürlicherweise um so frappanter werden, als die zersetzende Kraft ein noch stärkeres Verbindungsstreben zu überwinden hatte, wie das zwischen Alkali (oder Ammoniak) und Säure. Dazu kommt noch, dass das Kapitel von der Elektrolyse der Alkalisalze noch sehr wenig studiert war: nur eine kleine Anzahl ver-

---

[1]) Die untersuchten Substanzen sind — unter Benutzung der jetzigen Nomenklatur — folgende: Salmiak (1,6), Ammoniak (2,3), Sulfat (4), Nitrat (5), Phosphat (7), Borat (8) und Cyanid (9) des Ammoniums, Chlornatrium (10—14), Kaliumnitrat (15,16), Kaliumbisulfat (17), neutrales Kaliumsulfat (18—22), Calciumhydrat (23), Chlorcalcium (24). In den letzten vier Versuchen wurden je zwei Substanzen gleichzeitig der Einwirkung des Stromes ausgesetzt.

[2]) Afhandlingar i Fysik etc. I, 1; Gehlen's Journal I, 115.

einzelter und mehr zufällig gemachter Beobachtungen lag vor, wie von NICHOLSON, CARLISLE[1]) und CRUICKSHANK[2]). Mithin noch ein Grund, gerade dieses Gebiet zum Gegenstand einer näheren Untersuchung zu machen, „damit man die Erscheinungen in diesem wie in andern Teilen der Chemie einigermassen vorhersehen, und die Veränderung einer Salzauflösung durch Elektricität im voraus bestimmen könne“[3]).

In welchem Grade und auf welche Weise diese Aufgabe gelöst wurde, geht am besten aus den Worten hervor, mit welchen die Verfasser das Resultat ihrer Versuche zusammenfassen, und die in ihrer kernigen Einfachheit besser als alle Kommentare den Zweck der Arbeit und ihre Bedeutung für die Wissenschaft ausdrücken: „diejenigen Bestandteile, die sich um denselben Pol sammeln, stehen unter sich in einer gewissen Analogie; zum negativen Pol gehen alle brennbare Körper, Alkalien und Erdarten. Zum positiven hingegen Sauerstoff, Säuren und oxydierte Körper“[4]).

Gleichzeitig verwahrt sich aber BERZELIUS gegen eine einseitige Deutung der gegebenen Regel. Er zeigt, dass einige Säuren in Sauerstoff und eine niedrigere Oxydationsstufe („syrlighet“) zerlegt werden, welch' letztere trotz ihres sauren Charakters am negativen Pol abgesetzt wird. Die Ausnahme ist jedoch nur scheinbar, denn die niederen Oxydationsstufen „werden mit Recht zu den brennbaren Körpern gerechnet.“ Auch zeigt er, dass der Stickstoff unter verschiedenen Umständen bald am negativen, bald am positiven Pol auftreten kann; ersteres geschieht bei der Zersetzung des Salpeters, letzteres bei der des Ammoniaks[5]).

Theoretische Diskussionen enthält die Arbeit nur wenige, und es mag dahingestellt bleiben, ob das nach dem damaligen Stande des elektrochemischen Wissens nicht mehr ein Verdienst als ein Fehler ist. Was sich indessen über das rein

---

[1]) GILBERT's Annalen 6, 340 (1800).

[2]) GILBERT's Annalen 6, 360 (1800), NICHOLSON's Journal 4. 187, 254 (1800).

[3]) Afhandlingar i Fysik etc. I. 2; GEHLEN's Journ. I. 116.

[4]) Ebenda S. 30 bezw. 142.

[5]) Ebenda S. 31 bezw. 142.

Experimentelle hinaus erstreckt, ist von solchem Interesse, dass es hervorgehoben zu werden verdient. Die Verfasser kamen auf Grund ihrer eigenen Untersuchungen zu dem Schlusse, dass die „Neutralsalze“ bei der elektrolytischen Zersetzung in Base und Säure zerfallen. Man könnte vielleicht vermuten — und eine dahin zielende Auffassung ist wirklich zum Ausdrucke gelangt[1] — dass sie diesen Reaktionsverlauf als für alle Salze typisch auffassten und demnach als Ausgangspunkt benutzten, auch wenn es sich darum handelte, das Verhältnis der „Metallsalze“ zu erklären, dass sie mit anderen Worten annahmen, dass die letzteren primär, also durch die unmittelbare Einwirkung des Stromes, in Base und Säure zerfallen und dass eine nachher eintretende sekundäre Reaktion — und zwar die reducierende Einwirkung des Wasserstoffs — die Ausscheidung des Metalles bewirkt. Dem ist aber nicht so. Im Gegenteil wird ausdrücklich der Satz aufgestellt, dass die Metallsalze nicht analog der Neutralsalze zersetzt werden, sondern dass der Strom die Basis der ersteren direkt und primär in Metall und Sauerstoff zerlegt, „so lange sie (die Basis) reicht“, während die Säure in den meisten Fällen nur die Rolle eines Lösungsmittels für das Metalloxyd spielt, wobei jedoch nicht ausgeschlossen ist, dass sie auch ihrerseits einer ähnlichen Zersetzung unterliegt[2].

Die Theorie von der Rolle des Wasserstoffs bei der elektrolytischen Ausfällung der Metalle wurde zwar in der Abhandlung über den Galvanismus von BERZELIUS — nach anderen Verfassern — angeführt. Er war ihr sogar gewissermassen beigetreten, jedoch mit dem ausdrücklichen Vorbehalt, dass es schwerlich der Wasserstoff allein sein könne, der hierbei wirksam wäre. — Hier findet man wiederum die Theorie ganz und gar aufgegeben, und zwar mit Worten, die an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig lassen[3].

---

[1]) Siehe z. B. OSTWALD, Elektrochemie, S. 317.

[2]) Afhandlingar i Fysik etc. I, 36; vgl. GEHLEN's Journ. I. 147.

[3]) „Aus allem diesem folgt, dass man sich gewöhnlich von der Reduktion der Metalle durch die Elektricität eine unrichtige Vorstellung macht, indem man sie für die Wirkung einer Entbindung des Wasserstoffs ansieht; und wie sollte es dann wohl möglich sein, dass Eisen und

Wenn also BERZELIUS damals von der analogen Zusammensetzung der Neutral- und der Metallsalze überzeugt war, ist er wohl schwerlich durch die erwähnte Untersuchung zu dieser Überzeugung gelangt, da er bei Besprechung derselben vielmehr die mangelhafte Analogie hinsichtlich ihrer elektrolytischen Zersetzung ausdrücklich betont. Dass er schon jetzt die Metallsalze als aus basischem Oxyd + Säure (anhydrid) zusammengesetzt auffasste und nicht etwa aus Metall + Säure (oder Säurenrest, wie wir uns ausdrücken würden), ist indessen gewiss. Das geht unmittelbar aus seiner ganzen Darstellung in dieser Arbeit hervor. Diese Auffassung hat aber, dem Augenscheine nach zu urteilen, mit der gemeinsam mit HISINGER ausgeführten elektrochemischen Untersuchung wenig zu schaffen. Nach Analogie des Verhältnisses der Alkalisalze bei der Elektrolyse kann er ihnen diese Zusammensetzung nicht beigelegt haben. Denn die Oxydnatur des bei der Kathode abgesonderten Alkalis war damals noch nicht bewiesen. Noch viel weniger kann er es auf Grund des — ihm wohlbekannten — Verhaltens der Metallsalze selbst zum elektrischen Strome gethan haben. Denn dann würde er zu einer mit den modernen Theorien mehr übereinstimmenden Ansicht gekommen sein. Seine Auffassung von der Natur dieser Salze muss sich daher schon vorher befestigt haben, und es ist, wie wir aus dem Folgenden ersehen werden, keineswegs schwer, den eigentlichen Ursprung dieser Auffassung zu erkennen.

Da man die Arbeit über die Wirkung der elektrischen Säule auf Salze als grundlegend für die Salztheorie BERZELIUS' betrachtet, will es scheinen, als ob ihre Bedeutung in dieser Hinsicht überschätzt worden ist. Höchstens können die dabei gewonnenen Gesichtspunkte später — nach der 1807 erfolgten Entdeckung der Analogie der Alkalien mit den Basen der Metallsalze — dazu beigetragen haben, eine schon vorher eingewurzelte Ansicht zu befestigen, die erst mit dieser Ent-

Zink reduciert würden, zwei Metalle, die ausser dem Kreise der Säule selbst das Wasser langsam zerlegen, welche also wenigstens einen Teil des Sauerstoffes mit mehr Kraft zurückhalten, als womit der Wasserstoff ihn anzieht." Afhandlingar i Fysik etc. I. 37; vgl. GEHLEN's Journ. I. 147—148.

deckung und durch sie Allgemeingeltung bekam. Wohl dürfte aber diese Arbeit in anderer Hinsicht von grundlegender Bedeutung gewesen sein. Denn es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass man in ihr den ersten Ursprung der Berzelius'schen Auffassung von der elektrischen Natur der chemischen Verwandtschaft zu suchen hat.

Andere theoretische Fragen, die in Kürze berührt werden, sind derzeitige Streitfragen über den physikalischen Erklärungsgrund der elektrolytischen Erscheinungen und über die elementare Natur des Wassers. Im ersten Falle begnügen sich die Verfasser damit, die Unzulänglichkeit der bis dahin aufgestellten Hypothesen zu konstatieren[1]). Diese Beurteilung gilt somit unter anderem für die Erklärung, welche Berzelius selbst ein Jahr vorher in der Abhandlung über den Galvanismus näher entwickelt hatte. Was schliesslich die Ritter'sche Wassertheorie betrifft, die von den Gelehrten der damaligen Zeit ernster genommen wurde als man erwarten sollte, so bekämpft Berzelius sie unausgesetzt, indem er die Absurditäten blosslegt, zu welchen sie, folgerichtig entwickelt, unbedingt führen musste.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass einzelne der allgemeinen Schlüsse, die in der Arbeit von Berzelius und Hisinger ausgesprochen werden, der wissenschaftlichen Welt drei Jahre später von neuem durch Davy vorgeführt wurden in seiner grossen und mit Recht berühmten Schrift über die chemischen Wirkungen des elektrischen Stromes[2]). In der That erntete

---

[1]) „Wir wagen kein Raisonnement über das Wie dieser Zerlegungen, jedoch scheint es uns am natürlichsten, sie durch die Anziehung der verschiedenen Elektricitäten zu gewissen Stoffen zu erklären, wenn auch diese Erklärung wenig genügend sein dürfte." Und weiter heisst es: „Gegen die später von Herrn von Hauch weiter ausgeführte Erklärung der französischen Chemiker, wonach die Elektricität einen Bestandteil des Wassers binde, ihn dem entgegengesetzten Leiter zuführe und dort absetze, spricht die Erwägung, dass die mit Wasserstoff gesättigte positive und die mit Sauerstoff gesättigte negative Elektricität wohl schwerlich einander durchdringen könnten, ohne sich zu vereinigen." Afhandlingar i Fysik etc. I. 37. Gehlen's Journ. I. 148.

[2]) Bakerian Lecture am 20. 11. 1806. Philos. Transactions 1807. 1. Gilbert's Annalen 28, 1, 162 (1808).

DAVY vor der Mitwelt den grössten Ruhm für diese Entdeckungen, selbst in den Teilen, wo seine Untersuchungen nur eine Wiederholung der BERZELIUS-HISINGER'schen bilden. So ist unter anderem bekannt, dass das Institut de France ihm 1807 den grossen, von NAPOLEON I. gestifteten Voltapreis zuerkannte. Auch kann nicht bestritten werden, dass DAVY's Arbeit sowohl hinsichtlich der Ausführung vollständiger wie dem Entwurfe nach vielseitiger war. Dass er es unterliess, die übereinstimmenden Resultate zu erwähnen, zu welchen seine beiden Vorgänger gekommen waren, erregte doch schon damals hier und da ein gewisses Befremden[1]). Und bei einer späteren Gelegenheit (1819) fand sich VAUQUELIN berufen, im Namen des Instituts an BERZELIUS folgende Worte zu richten: „Wir betrachten es als eine Ihnen gebührende Genugthuung, Ihnen zu sagen, dass wir, wäre uns Ihre und HISINGER's Arbeit über die chemischen Wirkungen der Säule bekannt gewesen, als DAVY den grossen Preis erhielt, diesen zwischen Ihnen und ihm geteilt hätten“ [2]).

Nach der Herausgabe der „Wirkung der elektrischen Säule auf Salze“ widmete sich BERZELIUS einer Reihe Untersuchungen von teilweise sehr heterogener Art, die für einige Zeit seine Aufmerksamkeit von den elektrochemischen Fragen ablenkten. In diese Zeit fällt die ebenfalls gemeinschaftlich mit HISINGER gemachte Entdeckung des Ceriums [3]) wie auch verschiedene andere mineralogische Untersuchungen z. B. über Spinell, „Manganes“, Pyrophysalit, Skapolit u. a.; ferner Analysen von

---

[1]) H. ROSE, Gedächtnisrede auf BERZELIUS S. 4. GEHLEN's Journal V. 60. Abhandlung über einige chemische Wirkungen der Elektricität von H. DAVY, übers. v. H. PFAFF. „Für die Reihe von Versuchen, welche unter III und IV mitgeteilt sind, haben die beiden trefflichen schwedischen Naturforscher, die Herren BERZELIUS und HISINGER unstreitig die Bahn gebrochen. Man muss sich bei dem Aufsehen, welches DAVY's Abhandlung macht, in der That wundern, dass die Arbeit dieser beiden Chemiker nicht mehr beachtet und von Andern aufgenommen worden ist. Sie haben damals schon fast alle die allgemeinen Grundsätze, und wörtlich, daraus gezogen wie jetzt DAVY.“ (Nachschrift des Übersetzers.) (1808.)

[2]) MOSANDER, Tal etc. S. 8.

[3]) Neues allgemeines Journal der Chemie (herausgegeben von GEHLEN). II, 397. (1804).

Quellwasser; tierchemische Arbeiten wie über Mark- und Beinsubstanz, über die Zusammensetzung der Fäces des Menschen, der Muskelsubstanz; Analysen von Ackererde, Vorschläge zur Verbesserung der Alaunfabrikation u. s. w. [1]). Der Moment, grosse leitende Gesichtspunkte ins Auge zu fassen und zu verfolgen, war für ihn noch nicht gekommen. Dennoch sollte er noch einmal seine Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrolyse aufnehmen, dieses Mal in Gemeinschaft mit seinem Kommilitonen und vieljährigen Freunde PONTIN.[2])

Den äusseren Impuls hierzu gab HUMPHRY DAVY's Entdeckung der Alkalimetalle, Von dem ausserordentlichen Aufsehen, welches diese Entdeckung machte, zeugt die damalige Journallitteratur mit ihren zahlreichen Berichten über mehr oder weniger gelungene Wiederholungen der DAVY'schen Versuche. Auch BERZELIUS konnte dem Verlangen nicht widerstehen, sich mit eigenen Augen von der Richtigkeit der „unerwarteten und staunenswerten Entdeckung“ zu überzeugen, obgleich ihm der Name des berühmten Briten „im voraus eine hinlängliche Gewähr für die Zuverlässigkeit seiner Angaben

---

[1]) Diese Untersuchungen sind teils in den Abhandlungen der Physik etc. teils in den Ökonomischen Annalen der schwedischen Akademie der Wissenschaften 1807 und 1808 veröffentlicht worden.

[2]) MAGNUS MARTIN PONTIN, geadelt 1817 unter dem Namen AF PONTIN, war am 20. Januar 1781 in Askeryd in der Statthalterschaft Jönköping geboren. Seine Eltern waren der frühere Regimentspastor in Pommern, Pfarrer M. C. PONTIN und MARIA MAGDALENA MEURLING. Gleich BERZELIUS studierte er erst am Gymnasium zu Linköping, später (nach 1798) an der Universität Upsala, wo er im Jahre 1806 zum Doktor der Medizin promovierte. Während der nächstfolgenden Jahre wohnte er mit BERZELIUS zusammen und nahm an verschiedenen seiner wissenschaftlichen Untersuchungen teil. 1808 wurde er Leibarzt (Hofmedicus) der Gemahlin GUSTAV's (IV.) ADOLPH, 1809 Leibarzt CARL's XIII. und 1835 Medizinalrat. Er starb am 30. Januar 1858. Er hat eine grosse Anzahl Abhandlungen verfasst, vorzugsweise über Medizin und Hortikultur. Nebenbei war er ein geschickter Gelegenheitsredner und Biograph. Unter seinen Nekrologen nimmt sein „Gedächtnis an JACOB BERZELIUS“ einen hervorragenden Platz ein. Die Schilderung einer Reise in Norddeutschland, die er 1830 zusammen mit BERZELIUS unternahm, findet sich in deutscher Übersetzung als Bemerkungen über Natur, Kunst und Wissenschaft etc. (Hamburg 1832). Auch machte er sich als belletristischer Schriftsteller bekannt und übersetzte unter anderem Arbeiten von SCHILLER und VICTOR HUGO.

darbot". Er beschränkte sich indessen nicht auf eine blosse Nachahmung, sondern fügte selbst einige wertvolle Beobachtungen hinzu, von welchen besonders eine die Tragweite der Entdeckung auf ein Gebiet übertrug, das DAVY selbst vergebens zu betreten versucht hatte.

Zuerst beeilte er sich, vor dem schwedischen Publikum über die Arbeit DAVY's zu referieren[1]). Nachdem er nicht nur darüber sondern auch über die gleichartigen Versuche von SYLVESTER und OAKES[2]) berichtet hat, führt er an: „Es wäre auch nicht ausgeblieben, diese beinahe ans wunderbare grenzende Entdeckung von schwedischen Naturforschern bestätigt zu sehen; indes hat das nicht so gründlich, wie zu wünschen gewesen wäre, geschehen können, weil sie einen grösseren Apparat erfordert, als sich in privaten Händen befindet[3]) ..... Die Ähnlichkeit der Alkalien mit den alkalischen Erden lässt mit Bestimmtheit voraussetzen, dass auch letztere eine solche metallische Basis enthalten, vielleicht von gleicher oder grösserer Brennbarkeit und von grösserem specifischem Gewicht. Die völlige Analogie in ihrem Verhalten führt uns zu demselben Schlusse hinsichtlich der Zusammensetzung der übrigen Erden. Da nun die ähnliche Beschaffenheit der eigentlichen Erden und der Metalloxyde auch den gleichen Schluss in Bezug auf die letzteren zulässt und die Erfahrung mehrerer Jahrhunderte uns dessen Richtigkeit lehrt, so haben wir schon den Anfang und das Ende dieser Gedankenkette bewiesen, und es wird stets dem Genie des unsterblichen LAVOISIER zur Ehre gereichen, sich zu derselben Erkenntnis durchgearbeitet zu haben, wenn auch durch einen Schluss in umgekehrter Richtung"[4]). Im Übrigen hat die verhängnisvolle Angabe DAVY's betreffs des vermeintlichen Sauerstoffgehaltes des Ammoniaks BERZELIUS

[1]) Nach NICHOLSON's Journal 1808 No. 81. Dieses Referat, das unter dem Titel „Alkaliernas decomposition" im VI. Bande der ökonomischen Annalen (Kongl. Vetenskaps Akademiens Economiska Annaler) April 1808 S. 114 gedruckt wurde, ist zwar anonym, jedoch in BERZELIUS' eigenhändigem Verzeichnis über seine im Druck erschienenen Schriften als von ihm „in Gemeinschaft mit M. PONTIN" verfasst aufgeführt.

[2]) NICHOLSON's Journal 1808, 156.

[3]) Economiska Annaler VI. April 1808, 118.

[4]) Ebenda S. 120.

hier zu einigen Reflexionen über die zusammengesetzte Natur der Alkalimetalle verleitet, die uns sonderbar vorkommen und die mehr Berechtigung gehabt hätten, falls deren Ausgangspunkt richtig gewesen wäre. Die vorerwähnte Angabe musste ihm aber um so glaubwürdiger erscheinen, als sie von quantitativen Daten begleitet war; der Sauerstoffgehalt des Ammoniaks wird nämlich von Davy, wenn auch auf Grund indirekter Versuche, auf 20 Prozent angegeben. Berzelius zieht nun daraus den Schluss, dass der von Davy bei der Zerlegung eines Alkalis erhaltene metallische Körper, die sog. Kali- bezw. Natronbasis, in analoger Weise wie Ammoniak zusammengesetzt sei [1]).

In der That dauerte es nicht weniger als zwölf Jahre, bevor sich Berzelius von der Auffassung über den Sauerstoffgehalt des Ammoniaks vollständig frei machte, die er hier — aus welcher Ursache haben wir gesehen — zum ersten Mal ausspricht.

Schon einen Monat nach dem Erscheinen des Referates über Davy's Arbeit zeigte es sich, dass die darin angedeuteten Ideen zu einer neuen Experimentaluntersuchung Anlass gegeben hatten, welche gleichsam als Fortsetzung der vorhergehenden Schrift ebenfalls in den ökonomischen Annalen (Mai- und Juniheften 1808) veröffentlicht wurde [2]). Da Berzelius und Pontin

---

[1]) „Wir wissen aus den Entdeckungen unseres unvergesslichen Landsmannes Scheele, dass Ammoniak (flüchtiges Alkali) aus Wasserstoff und Stickstoff besteht und wir haben nun aus Davy's Versuchen ersehen, dass es auch Sauerstoff enthält. Die Gleichartigkeit des flüchtigen und des feuerfesten Alkalis ist so gross, dass auch ihre Bestandteile gleichartig sein müssen und die Analogie wird hier beinahe zum Beweis. Es ist somit ziemlich entschieden, dass der metallische Körper, der sich in Davy's Versuchen durch die Elektricität von seinem Sauerstoff trennte, und der, wieder oxydiert, feuerfestes Alkali wurde, aus gleichartigen oder gar aus denselben Bestandteilen wie Ammoniak zusammengesetzt sein muss, jedoch vielleicht mit einem weiteren, dessen Verwandtschaft die übrigen zusammenhält, nachdem der Sauerstoff sie verlassen hat." Economiska Annaler VI. April 1808, 119.

[2]) Unter dem Titel: „Versuche mit der Zersetzung der Alkalien und Erden." Econ. Annal. VI. Mai 1808, 110—130; Juni 1808, 113—118.

Diese Untersuchung scheint in neuerer Zeit beinahe in Vergessenheit geraten zu sein. So wird in Ostwald's ausführlicher Specialarbeit über die Geschichte der Elektrochemie an zwei besonderen Stellen ausdrücklich

bei weitem nicht so starke Säulen zu Gebote standen wie Davy, führte ihr erster Versuch, die „Kalibasis“ auszuscheiden, nicht zu dem gewünschten Resultat. Sie wussten sich indessen mit einem Kunstgriff zu helfen, indem sie metallisches Quecksilber als negativen Pol benutzten und auf diese Weise ohne jede Schwierigkeit Kaliumamalgam erhielten: durch die Analyse desselben suchten sie die quantitative Zusammensetzung des Kalis zu ergründen und kamen hierbei zu Zahlen, die von denjenigen Davy's nicht unwesentlich abwichen [1]). Sie gingen darauf unmittelbar zu den Versuchen über, die den Kernpunkt der Untersuchung ausmachen, nämlich zur Zersetzung der alkalischen Erden.

Diese Aufgabe zu lösen hatte auch Davy sich bemüht, obwohl ohne Erfolg; er bemerkt nur, dass seine Versuche mit Strontian und Baryt als Produkt Sauerstoffgas ergeben haben [2]), ohne sich über die Basis der Erden auszusprechen, wodurch, wie Berzelius bemerkt, „Zweifel entstanden, ob der Sauerstoff nicht möglicherweise von dem Wasser, mit dem die zu zersetzenden Substanzen befeuchtet wurden, herrührte.“ Mit Hilfe der Amalgamierungsmethode gelang es nun Berzelius und Pontin, trotz ihrer weniger geeigneten Apparate, sowohl Kalk als Baryt zu zersetzen, und in unzweifelhafter Weise darzulegen, dass das Quecksilber bis dahin unbekannte Stoffe metallischer Natur in sich aufgenommen habe. „Sonach war

---

betont, dass Berzelius nach seiner mit Hisinger gemeinschaftlich ausgeführten Arbeit „sich nie wieder experimentell mit elektrochemischen Fragen beschäftigte.“ Elektrochemie S. 322 und 347. Dagegen hat H. Kopp auch der Berzelius-Pontin'schen Untersuchungen Erwähnung gethan und ihre Unabhängigkeit von denjenigen Seebeck's betont. Die Entwickelung der Chemie etc. 456, 457. Geschichte der Chemie IV. 46.

[1]) Davy hatte 85 pCt. Metall und 15 pCt Sauerstoff gefunden; Berzelius und Pontin fanden 80.75 bezw. 19.25 pCt. Nun wissen wir, dass in Wirklichkeit die Werte in der Mitte dieser Angaben liegen, jedoch etwas näher den Davy'schen als den Berzelius'schen, was um so weniger Wunder nehmen kann, als das von Berzelius und Pontin analysierte Amalgam nur 0,02 gr Kalium enthielt, weshalb sie das Resultat ihrer Analyse nur unter Vorbehalt anführen und versprechen, später einmal darauf zurückzukommen.

[2]) „On examining Strontia and Barytes, oxygen was educed from both of them.“ Nicholson's Journ. Jan. 1808. 79.

es uns gelungen, diese Erde (den Kalk) zu zerteilen, die einen so bedeutenden Teil der festen Masse unserer Erde ausmacht, und wir hatten daraus eine kleine Quantität eines metallartigen Körpers gewonnen, der vielleicht niemals früher in metallischer Form und frei von Sauerstoff vorgekommen war.“ Die Vorhersagungen waren somit endlich in Erfüllung gegangen, welche, besonders hinsichtlich des Baryts, schon zwanzig Jahre vorher von mehreren Forschern, wie Bergman[1]), Lavoisier[2]) und Pellétier[3]) ausgesprochen worden waren.

Ungefähr gleichzeitig mit Berzelius und unabhängig von ihm hatte auch T. J. Seebeck ähnliche Beobachtungen gemacht. Seine Entdeckung, die im März 1808 veröffentlicht wurde[4]), scheint erst etwas später zur Kenntnis Berzelius' gekommen zu sein. Seebeck hatte indessen die Frage offen gelassen, inwieweit die Erscheinungen, durch welche die erwähnten Metalle ihr Vorhandensein im Quecksilber zu erkennen gaben, auf der Verunreinigung der Erden mit Alkalien beruhen könnten.

Jedenfalls war es Berzelius' Beobachtung, die der erste Schritt und die unmittelbare Veranlassung zur Herstellung der alkalischen Erdmetalle in reinem Zustand werden sollte. Berzelius benachrichtigte nämlich Humphry Davy schriftlich von seinen Versuchen, worauf dieser seinerseits dieselben wiederholte und noch weiter ging, indem er aus den erhaltenen Amalgamen die metallischen Grundstoffe isolierte. In seiner Antwort giebt er ausdrücklich zu, dass die Reduktion der fraglichen Metalle ihm bis zur Ankunft des Berzelius'schen Briefes nicht gelungen sei[5]). Diese Episode bildet eines der vielen

---

[1]) „Ponderosa ob magnam gravitatem specificam singularem meretur attentionem et in suspicionem originis metallicae facile incurrit. Accedunt alia argumenta. . . . . . Itaque licet ponderosa calci metallicae videatur valde adfinis, interim tamen, quamdiu reductionem respuit, ejusdem metallica indoles nondum perfecte demonstrata est, et interea inter terras collocari debet.“ Opuscula Phys. et Chemica IV. 212.

[2]) Traité élémentaire, 2de Ed. T I, 174.

[3]) Nach der Darstellung von Dolomieu, Journal de la Société de Pharmacie de Paris, An. I, No. XI, 112.

[4]) Kopp, Geschichte der Chemie IV, 45; Gehlen's Journal V. 482 (1808).

[5]) Siehe Beilage II.

Beispiele für die wissenschaftliche Wechselwirkung, die während einer Reihe von Jahren zwischen diesen beiden Forschern stattfand.

Wirkte die Entdeckung der Erdmetalle nach der Reduktion der Alkalien auch nicht mehr so überraschend, so war das um so mehr bei einer anderen Erscheinung der Fall, die BERZELIUS und PONTIN unmittelbar darauf beobachteten, und welche sie selber in das grösste Erstaunen setzte. Es war die Entstehung von Ammoniumamalgam bei der Elektrolyse von Ammoniak mit Quecksilber als Kathode. Bezeichnend sind die Worte, mit denen der Bericht über diese Entdeckung eingeleitet wird: „wenn wir anführen, dass ein Metall unter unseren Augen in einer Flüssigkeit entstand, deren Bestandteile uns völlig bekannt und ihrem Mengenverhältnis nach beinahe bestimmt sind, so erzählen wir ein Mirakel, dem viele unserer Leser vielleicht misstrauen werden. Wir selbst trauten anfänglich kaum unseren Sinnen, bis die Versuche auf verschiedene Art gehörig wiederholt, schliesslich jeden Zweifel ausschlossen“ [1]). Es war ganz natürlich, dass BERZELIUS diese Erscheinung anfänglich als einen Reduktionsprozess auffasste; er wurde dazu teils durch die vermutete Analogie des Ammoniaks mit den feuerfesten Alkalien, teils durch die obenerwähnte Behauptung DAVY's veranlasst. Er stellte in der Folge eine Anzahl Versuche an, um für seine Vermutung einen experimentellen Beweis zu erbringen, und glaubte endlich auch einen solchen gefunden zu haben, als er beobachtete, dass bei der Anode das Quecksilber mit einem Überzug von schwarzem Oxydul belegt wurde, während gleichzeitig bei der Kathode ohne Wasserstoffentwickelung ein Amalgam entstand [2]).

Allein diese Phase der Geschichte des Ammoniakproblems wird zweckmässiger in einem andern Zusammenhange behandelt werden. Hier sei nur als interessanter Punkt die Neigung zum Verallgemeinern hervorgehoben, das Streben, unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt die grösstmögliche Anzahl von Erscheinungen zusammenzufassen, Eigenschaften die schon in

---

[1]) Economiska Annaler VI. Mai 1808, 122.

[2]) Ebenda, Juni 1808, 116.

diesem Produkt des künftigen Systematikers deutlich hervortreten. Wie echt Berzelianisch klingt nicht ein Satz wie folgender: „die Entdeckung der Analogie des Ammoniaks und der Metalle hat, wie uns scheinen will, die Entdeckung der metallischen Natur der feuerfesten Alkalien zu einer besonders schönen gemacht. Sie hat gezeigt, dass die ganze Reihe der Salzbasen, nämlich Alkalien, Erden und Metalloxyde, ohne Ausnahme zusammengesetzt sind und aus Sauerstoff in Verbindung mit einem Körper bestehen, der sich durch seinen metallischen Charakter auszeichnet, im übrigen von ganz verschiedenem specifischen Gewicht sein kann: vom Platin bis zum Ammoniakmetall, welch letzteres sicher das leichteste aller Metalle ist“ [1]). Die Analogie wird sogar in umgekehrter Richtung ausgedehnt, indem die Ideen über die zusammengesetzte Natur der Metalle, die schon in dem einleitenden Bericht über die Entdeckung Davy's angedeutet sind, hier weiter entwickelt werden. Und selbst wenn die Erfahrung diese Gedanken bisher nicht bestätigt haben sollte: wer wollte es wagen, mit Bestimmtheit die Möglichkeit zu bestreiten, dass Berzelius eines Tages in dieser Hinsicht dennoch Recht behält?

Im dritten Aufsatze über „die Zersetzung der Alkalien und Erden“, der hauptsächlich der Diskussion der Ammoniakfrage gewidmet ist, werden, mehr nebenbei, Versuche erwähnt, die — wenngleich erfolglos — in der Absicht angestellt worden sind, „die eigentlichen Erden“ — wie Thonerde, Yttererde und Kieselerde — elektrolytisch zu zerlegen. Ebendaselbst stellt Berzelius auch eine Fortsetzung der Untersuchung in Aussicht, die im nächsten Hefte der Annalen erscheinen soll. Sie ist indessen hier überhaupt ausgeblieben [2]). Als Ursache hierfür lässt sich annehmen, dass entweder Seebeck's Unter-

---

[1]) Economiska Annaler VI, Mai 1808, 128, 129.

[2]) Gewissermassen als Fortsetzung der eben erwähnten Arbeiten bezeichnet Berzelius selbst den zwölften Abschnitt seiner zwei Jahre später (1810) erschienenen Schrift über die Zusammensetzung der anorganischen Körper (Afhandlingar i Fysik, Kemi etc. III 229), der eine Darlegung seiner Versuche, die quantitative Zusammensetzung des Kalis näher zu ermitteln, enthält. Diese schliessen sich seinen übrigen Untersuchungen über die bestimmten Proportionen eng an und sollen deshalb auch hier in diesem Zusammenhange erörtert werden. Siehe unten.

suchungen, die sich zum Teil mit seinen eigenen deckten, inzwischen zu BERZELIUS' Kenntnis gelangt waren, oder dass einfach die grossen Aufgaben auf anderen Gebieten, denen er sich gerade um diese Zeit zu widmen anfing, seine Aufmerksamkeit immer mehr in Anspruch nahmen. So wurde dies jedenfalls die letzte seiner speciell elektrochemischen Arbeiten [1].

Vorher hatte er indessen zwei kleinere Aufsätze veröffentlicht, welche beide ein zweites Problem behandelten, und zwar eines jener, die durch die Entdeckungen GALVANI's und VOLTA's an der Tagesordnung waren, nämlich die Frage über die Entstehung der galvanischen Elektricität und besonders ihren Zusammenhang mit den chemischen Prozessen, die in der Säule vor sich gehen. Diese Aufsätze sind: „Elektroskopische Versuche mit farbigem Papier" [2]) und „Die Theorie der elektrischen Säule" [3]).

Beide enthalten eine nähere, teilweise auf neue Experimente gestützte Entwickelung der Ansichten, die bereits in der Abhandlung über den Galvanismus angedeutet worden sind, und beide haben die Aufgabe, wenn auch nicht die Unrichtigkeit, so doch wenigstens die Unzulänglichkeit der VOLTA'schen Theorie zu beweisen, nach welcher die Elektricität „nur von dem Kontakt der Metalle herrührt, und die sie begleitenden chemischen Erscheinungen z. B. die Oxydation u. a. m. die Folge, nicht aber die Ursache derselben sind" [4]).

Die erstgenannte Untersuchung ist auf die bereits früh erkannte Thatsache gegründet," dass die Elektricität in Übereinstimmung mit Säuren und Alkalien die Farbe gewisser Pflanzenstoffe verändert." Aus diesem Anlass kam BERZELIUS auf den Gedanken, verschiedenartige Reagenzpapiere „als elektroskopische Stoffe" anzuwenden. Anfangs wurden die Papiere in feuchtem Zustand oberhalb der Platten von Zink

[1]) Eine Untersuchung rein physikalischen Inhalts ist die im Jahre 1820 veröffentlichte: „Über den magnetischen Zustand der Körper, welche die Elektricität entladen."

[2]) Afhandlingar i Fysik etc. I, 50 (1806).

[3]) Ebenda II, 14 (1807). Deutsch in GEHLEN's Journal für die Chemie und Physik, III, 177 (1807).

[4]) Afhandlingar i Fysik etc. I, 51.

und Kupfer angebracht, die in keinerlei Kontakt, noch leitender Verbindung mit einander standen. Es zeigte sich dann, dass die Indikatoren (Rhabarber, Rotholz, Rotkohl, Lackmus u. s. w.) auf der Zinkscheibe für Säure, auf der Kupferscheibe für Base Ausschlag gaben. Er folgert daraus, dass die Oxydation des Zinks in der Luft immer von freigebliebener positiver, dagegen die des Kupfers von negativer Elektricität begleitet ist und dass demnach die gegenseitige Berührung der Metalle nicht die Ursache der Elektricitätsentwickelung sei. Gegenüber der Einwendung, dass die Farbenveränderung eine Folge der Einwirkung der neugebildeten Oxyde auf den Farbstoff sein könne, erinnert er daran, dass die fraglichen Metalloxyde, der Erfahrung gemäss, die Pflanzenfarben unverändert lassen, und „dass übrigens das Zinkoxyd, dessen Verwandtschaft mit Säuren sogar grösser sei als die gewisser Erden, durch diese Eigenschaft sich der Natur eines Alkali mehr nähert als das Kupferoxyd und demnach auf Pflanzenfarben eher eine umgekehrte Reaction ausüben sollte“ [1]).

In einer Reihe weiterer Versuche wurde mit Indikatoren gefärbtes Papier zwischen Platten aus verschiedenen Metallen gelegt, so dass z. B. eine Säule folgender Zusammensetzung entstand: Zink, Lackmus, weisses Papier, Rhabarber, Kupfer. Das Lackmus wurde dann rot gefärbt, der Rhabarber braun und der Farbenwechsel war ebenso stark an den beiden Aussenscheiben wie im Innern der Säule. Auch diese Beobachtung wird als Argument gegen Volta's Theorie angeführt, nach welcher die beiden äusseren Paare, die an der Elektricitätserregung nicht teilnehmen, keine andere elektrische Ladung haben sollten als die, welche sie als Leiter der Elektricität bekämen, „und dennoch waren hier alle Zeichen für entwickelte Elektricität in ihnen ebenso bemerkbar wie im Innern, wo Zink und Kupfer einander berührten“ [2]). Kurz und gut, aus diesen Experimenten, „in Verbindung mit denjenigen Davy's und anderer“ wird die Annahme hergeleitet, dass der Oxydationsprozess die Hauptursache der elektrischen Ladung der Säule sei.

---

[1]) Afhandlingar i Fysik etc. I, 53.
[2]) Ebenda, S. 55.

In dem zweiten der in Frage kommenden Aufsätze, über die Theorie der elektrischen Säule, giebt BERZELIUS eine mehr detaillierte Erklärung dafür, wie man sich nach seiner Auffassung den Verlauf zu denken hat nicht allein bei der Entstehung der Elektricität in der Säule selbst, sondern auch bei dem Gang des Stromes durch einen Elektrolyt und bei den Erscheinungen, die sich als Folge davon ergeben.

Die Elektricität wird als eine Materie (electricum) aufgefasst. Durch „die Oxydation, welche die Auflösung der Metalle begleitet", wird diese elektrische Materie in zwei „Bestandteile" zerlegt und zwar in positive und negative Elektricität. Die elektrischen Erscheinungen entstehen durch die Verteilung der elektrischen Materie in der oxydierenden Flüssigkeit, und ohne die Möglichkeit einer solchen Teilung kann der Oxydationsprozess keine elektrischen Erscheinungen hervorbringen. Nachdem auf diese Verhältnisse hingewiesen ist, wird als Zweck der Abhandlung angegeben, zu beweisen, dass die Verteilung der Elektricität in der Säule „denselben Gesetzen unterworfen ist, wie wir sie früher für die Verteilung derselben in Nichtleitern kennen gelernt haben."

BERZELIUS geht hierbei von dem Falle aus, dass zwei Metallplatten G und F, erstere aus Zink, letztere aus Silber, in eine schwache Säure getaucht sind. Durch die Oxydierung und Auflösung des Zinkes wird das Gleichgewicht zwischen den Bestandteilen der elektrischen Materie verrückt; die negative Elektricität sammelt sich auf derjenigen Seite der Flüssigkeit, „die das Metall oxydiert"; die positive Elektricität hingegen, die davon vertrieben wird, sammelt sich um den ersten Leiter, den sie trifft, (die Silberscheibe F) und wird dort durch eine Verteilung der elektrischen Materie des Leiters festgehalten, so dass das Wasser zwischen G und F durch die auf G stattfindende Oxydation eine Art elektrischer Polarität erhält. Wäre hingegen die Scheibe F Zink oder ebenso oxydierbar wie Zink, dann würde sie der Elektricitätsverteilung auf dieser Seite mit derselben Kraft entgegenwirken, mit der die Scheibe G jene zu Wege zu bringen suchte, wodurch positive und negative Elektricität zwischen beiden ihr Gleichgewicht behalten müssten. Ist F löslich, jedoch weniger leichtlöslich als das Zink G, so ent-

steht durch die reichlichere Oxydation des letzteren eine elektrische Verteilung, die um so grösser ist, je oxydierbarer die Scheibe G als die Scheibe F. Zink, „das oxydierbarste der Metalle“ [1]) passt daher zur Vertretung der Scheibe G am besten, während Platin und Gold als die am wenigsten oxydierbaren sich zur Vertretung der Scheibe F eignen. Nach diesen kommen dann die übrigen Metalle je nach ihrer zunehmenden Affinität zum Sauerstoff z. B. Silber, Quecksilber, Kupfer u. s. w.

Man kann vielleicht hier auf eine Beeinflussung von Seiten J. W. Ritter's schliessen, welcher neun Jahre vorher auf die Übereinstimmung hinwies zwischen Volta's Spannungsreihe der Metalle und der Reihe ihrer Oxydierbarkeit oder mit anderen Worten der Reihe, in welcher dieselben einander aus Salzlösungen fällen [2]). Dass Berzelius mit Eifer sich dieser Entdeckung bedient, kann um so weniger Wunder nehmen, als dieselbe vollständig mit seiner eigenen Auffassung harmoniert, wonach dem Sauerstoff eine alles beherrschende und klassifizierende Rolle bei allen Erscheinungen zukommt, wo chemische Prozesse wirksam sind.

Im folgenden stellt er einen Vergleich an zwischen einem Elektrophor einerseits und einem „galvanischen Paare“: Zink, Flüssigkeit, Silber andrerseits. Das Flüssigkeitslager entspricht dem Harzkuchen, denn durch die Oxydierung auf der Zinkseite nimmt es negative Elektricität an, ebenso wie der Elektrophor, wenn er gerieben wird, und infolgedessen positive Elektricität auf der entgegengesetzten Seite. Die Zinkplatte entspricht dem Deckel des Elektrophors, die Silberplatte hingegen dem Teller. Der Unterschied zwischen dem Elektrophor und dem galvanischen Paare besteht darin, dass in dem letzteren das Gleichgewicht beständig aufgehoben wird, selbst wenn die beiden Metallplatten durch einen Leiter, z. B. einen Metalldraht, verbunden werden [3]). Diese Auffassung des Verlaufes innerhalb

---

[1]) Es sei daran erinnert, dass die Alkalimetalle um diesen Zeitpunkt ebenso wenig bekannt waren wie die Radikale der alkalischen Erden.

[2]) Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprozess im Tierreich begleite (1798).

[3]) „Während im Elektrophor nach einer solchen Verbindung zwischen dem Deckel und dem Teller alle Erscheinungen von elektrischer Verteilung verschwinden, findet man sie hier (im galvanischen Paare) vermehrt.

eines einzelnen galvanischen Paares dehnt er nachher auf die Zusammenstellung mehrerer solcher d. h. auf die elektrische Säule aus, wobei er die leitende Rolle des Sauerstoffs immer im Auge behält, wie z. B. aus seiner Äusserung hervorgeht, die „Kapacität der Ladungs-Intensität“ müsse in verschiedenen Flüssigkeiten verschieden sein je nach der Menge von Sauerstoff, die sie in jedem Augenblicke dem Metalle abgiebt, d. h. je nach dem Grade der Oxydierung und müsse zu diesem stets in einem direkten Verhältnis stehen.

Vom chemischen Gesichtspunkt aus dürfte von besonderem Interesse sein was über die zersetzenden Eigenschaften des Stromes angeführt wird. Die Ansichten, welche schon in der Abhandlung über den Galvanismus ausgesprochen sind, werden hier näher entwickelt. Wenn der Strom durch eine Flüssigkeit geleitet wird, verteilt sich, wie oben angegeben, die Elektricität in derselben. Die negative Elektricität sammelt sich fortwährend um den positiven Poldraht und sättigt dort die positive Elektricität, welche von der Säule unaufhörlich zuströmt, und auf dieselbe Weise sammelt sich die positive Elektricität um den negativen Draht und sättigt dessen Elek-

---

Das kommt daher, dass der beständig fortdauernde Oxydationsprozess ..... unaufhörlich die + E und die — E der Flüssigkeit von einander fernhält, so dass in dieser eine beständig fortfahrende Elektricitäts-Verteilung und in den Metallen, durch den Draht, eine beständig fortfahrende Wiederherstellung des Gleichgewichts stattfindet. Im Elektrophor kann dieses Ausladen nicht geschehen, denn der Harzkuchen behält kraft seiner Natur als Nichtleiter die elektrische Verteilung, die er einmal bekommen hat, bei....... Hiernach sieht man auch ein, dass die so sehr umstrittene Konstruktion des galvanischen Paares: Zink, Flüssigkeit, Silber ist. Nachdem was ich hier angeführt, wird man auch finden, dass, wenn der Silberbelag oder das, was an dessen Stelle tritt, von einem galvanischen Paare weggenommen wird, so büsst die Flüssigkeit die Fähigkeit der elektrischen Verteilung zum grössten Teil ein, genau aus demselben Grunde, aus welchem ein Elektrophor ohne Teller durch die Reibung nur einen ziemlich unbedeutenden Grad von elektrischer Verteilung erhält. Eine Bedingung für eine merkbare elektrische Verteilung in einer Flüssigkeit oder in einem nassen Körper ist demnach auch die, dass dieser an zwei verschiedenen Seiten von einem Leiter berührt wird........ Die Metalle in dem galvanischen Paare vertreten somit die Stelle des Belags auf dem Elektrophor, wobei die Oxydation des einen die Arbeit der Reibung auf dem Harzkuchen verrichtet.“ Afhandlingar i Fysik etc. II, 18—21.

tricität. Dadurch entsteht eine beständig fortdauernde Entladung in der Säule, „in derselben Weise wie man es sich in einer Säule denken könnte, deren Paare in einem geschlossenen Ring zusammengestellt sind. . . . . . Hierbei stellt sich gleichzeitig eine vorher ganz unbekannte chemische Erscheinung ein. Das Electricum wird nämlich nicht allein geteilt, sondern die Bestandteile der Flüssigkeit gelangen in einen Verteilungszustand, wobei die chemische Verwandtschaft der meisten aufgelösten Stoffe überwunden wird: bestimmte Klassen von Körpern folgen jede ihrer Elektricität zum entgegengesetzten Draht, wo sie sich, da ihre Elektricität gesättigt wird, je nach ihrer verschiedenen Löslichkeit in der Flüssigkeit aufgelöst um den Draht sammeln, krystallisieren, niedergeschlagen werden oder in Gas aufgehen. Brennbare Körper, Alkalien und Erden folgen der positiven Elektricität zu dem negativen Draht und Sauerstoff, Säuren und oxydierte Körper der negativen Elektricität zum positiven Draht. . . . . . Demnach ist es die negative Elektricität, welche oxydiert und in Säure verwandelt, und die positive Elektricität, welche reduciert und Alkali bildet: gerade das Gegenteil unserer bisherigen Annahme“ [1]). Die Theorie von den Wirkungen des Stromes, die Grotthuss kurz vorher (1805) aufgestellt [2]), scheint, wie aus obigem hervorgeht, damals Berzelius noch nicht bekannt gewesen zu sein. — Es verdient erwähnt zu werden, dass de la Rive mehr als 20 Jahre später zu einer gleichen Auffassung über den Verlauf der Elektrolyse gekommen ist und dieselbe in Ausdrücke gekleidet hat, die beinahe wörtlich mit denjenigen von Berzelius übereinstimmen, obwohl dessen in schwedischer Sprache abgefasste Abhandlung ersterem zweifellos unbekannt war [3]).

---

[1]) Afhandlingar i Fysik etc. II, 28, 29. Vgl. J. W. Ritter, Gilbert's Annalen 9. 1 (1801).

[2]) Mémoire sur la décomposition de l'eau etc. Annales de Chimie 58, 54 (1806). Die Original-Abhandlung ist in Rom 1805 erschienen.

[3]) Annales de Chimie et de physique 28. 201 (1825): „Ces deux courants élémentaires, doués chacun d'une affinite très-énergique pour les molécules de nature différente et opposée, s'établissent dès que les deux poles de la pile plongent dans un liquide conducteur. Le courant qui sort du pole + attaque la molécule contiguë, s'empare de son hydrogène si c'est de l'eau, de sa base si c'est un sel, et laisse l'oxigène et l'acide, qui

Nachdem Berzelius noch die Theorie von Ritter's Ladungssäule weiter entwickelt hat, fasst er das Resultat seiner Arbeit folgendermassen zusammen: „Von allem was ich bis jetzt zur Erklärung der elektrischen Erscheinung in der Säule angeführt habe, wird höchstens der Teil Widerspruch finden können, welcher von der Ursache der Elektricitätserregung handelt, und man wird mir die Theorie des berühmten Volta entgegenstellen, die sich gerade in diesem Punkte so wesentlich von der meinigen unterscheidet. Volta sagt nämlich: in den Metallen geht die Trennung der Elektricität vor sich und in der Flüssigkeit wird das Gleichgewicht wiederhergestellt. Ich hingegen habe zu beweisen versucht, dass die Elektricität sich in der Flüssigkeit zerteilt und durch die Metalle wieder hergestellt wird. . . . . . Ich will hier etwas hinzufügen. Baue eine Säule in folgender Weise: Zink, Pappe in einer gekochten und eben gesättigten Lösung von salzsaurem Zink getaucht, Pappe in Salpetersäure von demselben specifischen Gewicht wie die Zinklösung getaucht, Kupfer, Zink u. s. w. Beide Pappscheiben die hier in vollem Kontakt liegen, bilden demnach nur eine Schicht von Flüssigkeit, und diese Säule ist entsprechend der Theorie Volta's, einer gewöhnlichen gleichgestellt: nur der Kupferpol ist hier — Pol und der Zinkpol + Pol, weil die dem Kupfer zugekehrte Seite der Flüssigkeit das Metall oxydiert und — Elektricität entwickelt, die Zinkseite dagegen, wo das Metall unversehrt bleibt, + Elektricität erhält. Das beweist, dass die Oxydation allein, nicht die Metalle, die Polarität der Säule bestimmt, und wenn die Anhänger Volta's diese Erscheinung durch die Verteilung der Elektricität zwischen einem Metall und einer der beiden Flüssigkeiten erklären, so gilt nach dieser Erklärung ein Leiter zweiter Klasse mehr als ein solcher erster Klasse, was mit den Forderungen dieser Theorie in Widerspruch steht"[1]). Das Argument, welches Berzelius hier an-

---

alors se dégagent. Tendant avec une certaine force d'impulsion au pole —, ce courant transporte avec lui, à travers le conducteur humide, les molécules avec lesquelles il est uni; mais ne pouvant les transporter à travers un conducteur sec, comme le métal, il les abandonne en entrant dans le pol +" etc.

[1]) Afhandlingar i Fysik etc. II, 33. Vgl. Davy's Versuche mit Säulen,

führt, dass nämlich dieselben zwei Metalle Säulen mit umgekehrten Polen geben können, je nach der Art der angewandten Flüssigkeit, wurde weit später von DE LA RIVE bei seinem Angriff auf die Kontakttheorie aufgenommen [1]).

Um nun zuletzt in recht frappanter Weise die Rolle der chemischen Prozesse und vor allem der Oxydierung in der Säule klar darzulegen, weist BERZELIUS auf die wesentlich veränderten Verhältnisse hin, welche eintreten, sobald die Säule mit einer Atmosphäre von einem indifferenten Gas umgeben wird, z. B. wenn man sie unter eine mit reinem Wasserstoff oder Stickstoff gefüllte Glocke stellt [2]). Die Thatsache, dass die Thätigkeit der Säule hierbei nach einer Weile aufhört, benutzt er als kräftige Stütze zu Gunsten seiner Auffassung.

Wie man sieht, hat BERZELIUS hier in klarer und bestimmter Weise seinen Standpunkt in einer der brennendsten wissenschaftlichen Fragen der damaligen Zeit präcisiert und hierin liegt vielleicht das grösste Interesse der Abhandlung. Die Ansicht, zu deren Vertreter er sich macht, ist nunmehr die rein chemische Theorie der elektrischen Säule; seine anfangs zurückhaltende und etwas unsichere Opposition gegen die Kontakttheorie hat mit den Jahren an Bestimmtheit gewonnen. Jetzt tritt er als erklärter Gegner der VOLTA'schen Theorie auf. Dies ist um so bemerkenswerter, als sich DAVY damals derselben zugeneigt hatte. Denn schon in seiner berühmten Abhandlung von 1807 [3]) ging dieser, offenbar von der mehr und mehr wachsenden Autorität VOLTA's beeinflusst, offen zur Kontakttheorie über. Übrigens hatte sich DAVY auch zu der Zeit, als sein Anschluss an die chemische Theorie noch zweifellos war, in dieser Frage stets sehr vorsichtig, man kann sagen reserviert ausgedrückt [4]).

---

aus einem Metalle und zwei Flüssigkeiten erbaut. NICHOLSON's Journal 5. 341 (1801).

[1]) Annales de chimie et de physique 37. 229 (1828). Vgl. PFAFF's Untersuchungen, GEHLEN's Journal V, 82 (1808).

[2]) Dass die Säule im luftleeren Raume zu Wirken aufhört, ist schon früher von HALDANE gezeigt worden. NICHOLSON's Journal 4. 242, 313 (1800).

[3]) Philosophical Transactions 1807. 1. Vgl. OSTWALD, Elektrochemie S. 323.

[4]) Siehe z. B. NICHOLSON's Journal 4, 326 u. f. (1800).

So wie BERZELIUS seiner Ansicht bestimmteren Ausdruck verlieh, so hielt er auch länger als andere an derselben fest. Die Stimmen — ausser DAVY — welche sich unter den englischen Chemikern zu Gunsten der chemischen Auffassungsweise erhoben hatten [1]), waren bald genug verstummt, und RITTER's Neigung wendete sich immer mehr von der exakten wissenschaftlichen Forschung ab, der magischen Naturphilosophie zu (die bekannten Experimente mit der Wünschelrute [2]) fallen gerade ins Jahr 1807). Als BERZELIUS seine „Theorie von der elektrischen Säule" veröffentlichte, stand er somit schon ziemlich isoliert da. Die Theorie VOLTA's, die im Metallkontakt die einzige und hinreichende Ursache für die elektromotorische Thätigkeit der Säule erblickte, war jetzt so gut wie allgemein anerkannt und die experimentellen Beweise, die man zur Bestätigung derselben anführte, wurden ohne Widerrede hingenommen. Auch hatte die BERZELIUS'sche Theorie noch keine hinreichenden Voraussetzungen, um wirklich auf Erfolg rechnen zu können. BERZELIUS selbst ist dazu ohne Zweifel mehr durch Intuition als durch eine klare Auffassung des faktischen Kausalzusammenhanges zwischen den chemischen und galvanischen Erscheinungen gekommen. Sein wissenschaftlicher Instinkt sagte ihm, dass es einen solchen Zusammenhang geben müsse; für diesen Zusammenhang zwingende Beweise zu erbringen und dessen inneres Wesen zu erforschen, dazu aber war die Zeit noch nicht reif genug. Das Energieprinzip, obwohl von einigen Forschern dunkel geahnt, war noch nirgends zu vollem Verständnis gelangt. Daher erregte es nirgends Anstoss, als VOLTA und seine Anhänger siegesgewiss den ewigen Kreislauf des elektrischen Stromes durch die Säule proklamierten [3]), eine Auffassung, die ganz folgerichtig zu den bekannten Versuchen ZAMBONI's führte, ein elektrisches Perpetuum mobile zu konstruieren [4]). Noch weniger konnte davon die Rede sein, den

---

[1]) z. B. NICHOLSON, CARLISLE, HALDANE, WOLLASTON (GILBERT's Annalen 11, 104, 1802) u. a. m.

[2]) OSTWALD, Elektrochemie S. 236.

[3]) Siehe VOLTA's Brief an BANKS, Philosophical Transactions 1800, II. 405 u. ff.

[4]) GILBERT's Annalen 49, 35 (1815).

Übergang der chemischen zur elektrischen Energie quantitativ zu verfolgen.

Die Auffassung BERZELIUS' über die Ursache der Potentialdifferenz in der Säule war daher nicht mehr als ein, wenn auch glücklich gefundener Ansatz, der auf die Entwickelung der Wissenschaft einen Einfluss kaum auszuüben vermochte. Dennoch ist es auffallend, dass BERZELIUS, der keine Gelegenheit gehabt hatte, sich gründlichere physikalische Kenntnisse zu erwerben, sich schon damals, als er anfing, sich mit dieser Frage zu beschäftigen, weitsichtiger zeigte als die grössten und bestgeschulten Physiker seiner Zeit, denen nur allzu häufig der klare Blick für die chemische Seite der Erscheinungen fehlte. BERZELIUS war als Chemiker weit weniger exklusiv wie VOLTA als Physiker. Jedenfalls dürfte er es verdienen, mehr als bisher neben RITTER und DAVY zu den ersten Vorläufern der wirklich elektrochemischen Richtung gerechnet zu werden, die nach langwierigen Kämpfen schliesslich durchdringen sollte.

Wir wissen, dass VOLTA's Theorie, trotz der vereinzelten Proteste im Anfange des Jahrhunderts, längere Zeit hindurch fast unumschränkt herrschte, derart, dass als der Kampf zwischen den beiden streitigen Auffassungen nach einer zwanzigjährigen Pause von neuem aufloderte, auch BERZELIUS sich auf der Seite seiner früheren Gegner befand. Ebenso wenig wie DAVY vermochte er der Einwirkung der übermächtigen VOLTAischen Anschauung auf die Dauer zu widerstehen; und die Ironie des Schicksals wollte es, dass er — gegen FARADAY [1]) — sogar die Geissel der Kritik über die Ansichten schwingen sollte, die er selbst in seiner Jugend verfochten.

Das Experiment, das zu dem Umschwung seiner Ansichten den äusseren Anlass gab, hat übrigens eine gewisse Berühmtheit erlangt, indem es später in etwas veränderter Form von FECHNER aufgenommen wurde als ein, seiner Meinung nach, unwiderleglicher Beweis gegen „die chemische Theorie“ [2]). Einen näheren Bericht über dasselbe findet man im zweiten Teile des Lehrbuches [3]). Eine galvanische Kette ist aus zwei Metallen,

[1]) Årsberättelse 31 mars 1836, 28 u. ff.

[2]) SCHWEIGGER's Journal für Chemie u. Physik, 57, 9 (1829).

[3]) Erste Auflage (1812) S. 583. (Nach einer Angabe von OSTWALD.

Kupfer und Zink, und aus zwei Flüssigkeiten, Salpetersäure und Salzlösung konstruiert, von denen erstere mit dem Kupfer, letztere mit dem Zink in Berührung steht. Zufolge der älteren Auffassung BERZELIUS' sollten die Pole hier ihren Platz wechseln, und zwar sollte der Strom vom Kupfer zum Zink gehen; es zeigte sich jedoch, dass er seine gewöhnliche Richtung, vom Zink zum Kupfer beibehielt, obwohl letzteres von einer Flüssigkeit umgeben war, die geeignet schien, eine lebhafte chemische Reaktion zu bewirken. BERZELIUS hat diesem Experiment entscheidende Beweiskraft zuerkannt vor den älteren von ihm selbst wie auch von DAVY ausgeführten Versuchen, die Pole zu vertauschen.

Elektrochemie S. 591, soll die Beschreibung dieses Versuches erst in der vierten Auflage des Lehrbuches vorkommen.)

III.

Die LAVOISIER-BERZELIUS'sche Sauerstofftheorie.

Die Zeit, in der BERZELIUS seine letzte elektrochemische Arbeit veröffentlichte, bezeichnet in mehr als einer Hinsicht einen Wendepunkt in seinem privaten sowohl wie wissenschaftlichen Leben. Noch bis zum Jahre 1807 gestaltete sich seine soziale Stellung ziemlich unsicher; schwankte doch sein Beruf zwischen dem eines praktizierenden Arztes und dem eines vikarierenden Lehrers. Die Notwendigkeit, durch verschiedenartige, meist wenig bezahlte Beschäftigungen das fürs Leben Allernotwendigste herbeizuschaffen, drückte dieser Zeit ihren Stempel auf. Die Unsicherheit seiner Lage spiegelt sich auch in seinem schriftstellerischen Wirken wieder. In diesem macht sich während jener Periode ein gewisses unruhiges Suchen bemerkbar. Die mannigfachen bedeutenden Ansätze und seine schon jetzt staunenswerte Produktivität widersprechen dieser Thatsache durchaus nicht. Während des kurzen Zeitraumes von 6 Jahren sahen wir ihn mehrmals eine Disciplin mit der anderen vertauschen; anfangs mit der Elektrochemie eifrig beschäftigt, wandte er sich bald der Mineralogie zu, von welcher er später zu der physiologischen Chemie überging, um dann nach einigen Streifzügen auf dem Gebiete der Agrikulturchemie schliesslich zu seinem Ausgangspunkte, den elektrischen Untersuchungen zurückzukehren, als ob es ihm an der nötigen Ruhe fehlte, seine Neigung und Kräfte auf eine grössere Aufgabe zu konzentrieren.

Es ist schon erwähnt worden, dass seine Existenz im Jahre 1807 durch seine Ernennung zum Professor (an der medizinischen Schule) dauernd gesichert wurde. Kurze Zeit darauf erfuhr er die erste öffentliche Anerkennung seines wissenschaftlichen Wirkens, indem die schwedische Akademie der Wissenschaften ihm 1808 ihre Pforten öffnete [1]). Es zeigte sich bald, dass seine nun sowohl in ökonomischer als auch sozialer Hinsicht gesicherte Stellung auf seine wissenschaftliche Thätigkeit einen merklichen Einfluss zu üben nicht verfehlte. Nicht als ob sein Wirken minder vielseitig wurde; im Gegenteil fuhr Berzelius, wie wir wissen, bis ans Ende seines thatenreichen Lebens fort, alle Zweige seiner Wissenschaft mit grösstem Interesse zu umfassen. Man kann aber seit dieser Zeit eine grössere Sicherheit in der Wahl seines Wirkungskreises beobachten; seine Arbeiten sind zielbewusster und die Anlage seiner Untersuchungen demzufolge planmässiger als früher. Von nun an sammelt er seine Kraft, um einige wenige umfassendere Probleme zu lösen, ebenso ordnet er seine Ideen in grösserem Masse als bisher gewissen leitenden Gesichtspunkten unter. Und gerade in der Beleuchtung dieser Gesichtspunkte erhalten seine zahlreichen Nebenarbeiten ihre eigentliche Bedeutung, die er immer noch mit unermüdlicher Hand gleichsam spielend lieferte. Kurz, der Systematiker Berzelius tritt von nun an hervor. Die Periode in seinem Leben, die jetzt ihren Anfang nimmt, ist zweifellos die bedeutendste. Sie behält ihren Charakter im grossen und ganzen bis in den Anfang der zwanziger Jahre bei, etwa bis zu der Zeit, wo sein Lehrgebäude beinahe vollendet war, und wo er mit der Ausgabe des ersten Jahresberichtes seine Thätigkeit in neue Bahnen lenkte, nämlich in die des Berichterstatters und Kritikers. In diesen Zeitraum, von 1808 bis 1821, fallen alle jene grosse Leistungen, die insbesondere mit dem Namen Berzelius unauflöslich verknüpft sind, und welche die Grundlage seiner wissenschaftlichen Berühmtheit bilden. Diese sind: die sogenannte elektrochemisch-dualistische Theorie, die Volumatomtheorie, die Lehre von den be-

---

[1]) Er wurde am 15. Juni dieses Jahres zum Mitglied der Akademie gewählt.

stimmten chemischen Proportionen sowie die Reform in der chemischen Nomenklatur und Bezeichnungsweise.

Oft versteht man, wenn einfach von dem chemischen System BERZELIUS', BERZELIUS' Lehrbau oder sogar von BERZELIUS' Theorie gesprochen wird, darunter eine Zusammenfassung aller dieser verschiedenen Werke, und im Grunde genommen sind sie mit einander so verflochten, so meisterhaft zu einem harmonischen Ganzen zusammengefügt, dass es eine nicht ganz leichte Aufgabe ist, sie von einander zu trennen. Diese Trennung wird jedoch nötig, sobald es gilt, den Platz der einzelnen Leistungen in der historischen Entwickelung der Wissenschaft zu bestimmen und besonders ihren genetischen Zusammenhang mit der Vergangenheit zu verfolgen. Denn Fäden, von oft ganz verschiedener Herkunft, laufen hier in BERZELIUS' Hand zusammen.

Als für das BERZELIUS'sche System besonders charakteristisch ist häufig vor allem seine sog. dualistisch-elektrochemische Theorie bezeichnet worden. Und dass diese unter allen seinen Werken dasjenige ist, welches in erster Reihe die Aufmerksamkeit der Welt auf sich gezogen hat, dürfte im allgemeinen nicht zu bestreiten sein. Dagegen könnte in Frage gestellt werden, ob die erwähnte Theorie auch bei genauerer Betrachtung seinen Platz als wichtigster Exponent der wissenschaftlichen Thätigkeit BERZELIUS' verdient, ja sogar, inwieweit sie ihrem Wesen nach wirklich so echt berzelianisch ist, wie man von jeher behaupten wollte. Es dürfte, wenn überhaupt, dann nur äusserst selten vorkommen, dass ein wissenschaftliches System dem Haupte seines angeblichen Urhebers mit einem Male fertig entspringt, wie einst Athene dem Haupte Zeus Kronion's. Vielmehr lässt es sich wohl in den meisten Fällen — wenn auch mit mehr oder weniger Schwierigkeit — nachweisen, dass es mit der logischen Notwendigkeit eines Naturgesetzes als Produkt der geistigen Arbeit mehrerer Individuen entsteht, die nicht einmal derselben Generation anzugehören brauchen, sondern durch einen beträchtlichen Zeitraum getrennt sein können. Dass es mit anderen Worten eher als Ergebnis des allgemeinen Standes der Wissenschaft erscheint als aus der zufälligen Inspiration eines einzelnen Gelehrten entsprungen, und

es manchmal vorkommt, dass der „Urheber“ eines Systems oder einer Theorie thatsächlich nur einem schon vorhandenen Gedankeninhalt den rechten Ausdruck verleiht. Daraus lässt sich denn auch die häufig beobachtete Erscheinung erklären, dass eine wissenschaftliche Idee bei einer gewissen Gelegenheit gleichsam in der Luft liegen und mit unwiderstehlicher Kraft beinahe gleichzeitig von verschiedenen Seiten hervorbrechen kann, und ebenfalls, dass eine Theorie oder eine Idee das eine Mal ganz ungehört verklingt, falls ihr der erforderliche Resonnanzboden fehlt, während dieselbe Idee ein anderes Mal fast augenblicklich allgemeinen Anklang findet, sobald die Geister, wenn auch unbewusst, zu ihrem Empfange vorbereitet sind.

Die dualistische Theorie, welche man nach Berzelius benannt hat, macht von diesem allgemeinen Gesetz keine Ausnahme. Wir haben die Faktoren derselben teils in Berzelius' eigener, von seinen Zeitgenossen häufig stark beeinflusster wissenschaftlicher Entwickelung zu suchen, teils in dem chemischen Erbe, das er von der vorangehenden Generation mit übernommen hatte.

Es ist schon erwähnt worden, dass Berzelius als Chemiker im wesentlichen Autodidakt war, in dem Sinne, dass die Lehrer, die ihm in dieser Disciplin Unterricht erteilten, nur wenig Einfluss auf ihn auszuüben vermochten. Unwillkürlich legt man sich hier die Frage vor, welche wissenschaftliche Richtung für seine erste chemische Anschauungsweise grundlegend war. Ist eine solche Frage schon im allgemeinen für die Kenntnis der wissenschaftlichen Entwickelung eines Forschers wichtig, so wächst deren Bedeutung um so mehr, wenn es sich um einen Forscher mit ausgeprägten konservativen Anlagen, wie Berzelius es war, handelt. Das Material, das für ihre direkte Beantwortung vorliegt, ist ziemlich knapp. Man ist vorzugsweise auf die indirekten Schlüsse hingewiesen, die sich aus einem genauen Studium seiner Jugendarbeiten ziehen lassen. Und in der That genügt schon eine nähere Prüfung seiner ersten Experimentaluntersuchungen [1]), die er zum Teil während seiner Studienzeit ausgeführt hat, um den jugendlichen Ver-

---

[1]) Afh. II, 41—77.

fasser als einen eifrigen Anhänger LAVOISIER's zu charakterisieren. Der Einfluss des grossen französischen Chemikers lässt sich fast auf jeder Seite nachweisen. Nicht nur dieselbe Terminologie — die damals bei schwedischen Chemikern ziemlich ungewöhnlich war —, auch dieselbe Auffassung, derselbe Gedankengang, bisweilen sogar eine frappante Ähnlichkeit in der Ausdrucksweise, alles das spricht zur Genüge für die obige Behauptung.

Die antiphlogistische Theorie hatte — wir wissen es wohl — schnell Terrain gewonnen. Als BERZELIUS seine chemischen Studien begann, war der Erfolg dieser Theorie in den meisten Ländern entschieden. Nicht so aber in dem Vaterlande der beiden grossen Phlogistiker BERGMAN und SCHEELE, wo die chemische Forschung nach dem grossen Kraftaufwande in den siebziger und achtziger Jahren des achtzehnten Jahrhunderts in eine auffallende Stagnation verfallen war. Die ersten Zeichen dafür, dass der neuen Theorie einige Aufmerksamkeit geschenkt wurde, machten sich im Jahre nach dem Tode LAVOISIER's bemerkbar. In diesem Jahre erschien nämlich FOURCROY's „Philosophia Chemica oder Grundwahrheiten der neuen Chemie", ins Schwedische übersetzt von ANDERS SPARRMAN [1]), dem Vorgänger BERZELIUS' auf dem chemischen Lehrstuhl an der Stockholmer medizinischen Schule. Dieser war jedoch mehr Naturhistoriker als Chemiker, weshalb man seinem Übertritt keine grössere Bedeutung beimessen kann. In demselben Jahre kam auch der „Versuch einer schwedischen Nomenklatur für die Chemie" etc. heraus [2]). Diese Arbeit enthält einen Bericht über die neue französische Bezeichnungsweise und ihre durchgeführte Anpassung an die schwedische Sprache. Es ist recht bezeichnend für die damalige Situation, dass diese Schrift anonym erschien [3]). Bis zum Geltendwerden der neuen Theorie hatte es aber noch gute Wege. In erster Linie erhob die jüngere Generation der an der Universität Upsala studierenden

[1]) Stockholm 1795.

[2]) Försök till svensk nomenklatur för Chemien, lämpad efter de sednaste uptäckterne, Stockholm und Upsala 1795.

[3]) Man weiss nunmehr, dass die Verfasser derselben EKEBERG und P. AFZELIUS (Bruder des Chemikers) waren.

Mediziner das Banner der neuen Ideen [1]). Gerade durch diese Kreise und besonders durch einen engeren Kreis für die Naturwissenschaften lebhaft interessierter Studenten, dem neben anderen auch sein älterer Stiefbruder Ekmarck und später sein Jugendfreund Pontin angehörten, scheint Berzelius die Schriften der französischen Schule kennen gelernt zu haben. So ruhte seine chemische Bildung schon von Anfang an auf antiphlogistischer Basis.

Was wiederum den Mann anbetrifft, der durch seine hervorragende Stellung als Professor der Chemie an der Universität Upsala dazu berufen schien, der vornehmste Fürsprecher der Reform in Schweden zu werden, so ist schon im Vorhergehenden [2]) angedeutet worden, wie seine Improduktivität die Beurteilung seines wissenschaftlichen Standpunktes allerdings erheblich erschwert, dass aber, wenn es gestattet ist, von den Schriften, die ein Lehrer seinen Schülern an die Hand giebt, auf seine eigenen Ansichten zu schliessen, Afzelius kein allzu eifriger Bewunderer der neuen Bewegung gewesen sein dürfte, wenn auch andererseits gewisse Umstände darauf hindeuten, dass er sich gegen dieselbe nicht durchaus ablehnend verhalten hat. Wir wissen aus Pontin's Bericht [3]), dass von den Zöglingen, welche Zutritt zum Laboratorium Afzelius' erhalten wollten, verlangt wurde, ein von Hagen verfasstes Compendium zu beherrschen. Allein Hagen's Schriften aus dieser Zeit schwanken eben zwischen beiden Lagern [4]): einerseits tritt uns darin die Ahnung entgegen, dass die neue Lehre schliesslich doch für richtig befunden wurde, andererseits die Abneigung, sich von der alten Auffassung und der darauf gegründeten Bezeichnungsweise loszusagen. Berzelius' unverkennbarer Verdruss über das ihm vorgelegte Pensum dürfte schwerlich in der ihm dadurch verursachten Mühe zu suchen sein; denn er gehörte schon damals nicht zu denen, die die Arbeit scheuten;

---

[1]) Pontin's Samlade Skrifter, I, 221 (1850).

[2]) Seite 11.

[3]) Samlade Skrifter I, 223.

[4]) Noch im Jahre 1796 giebt Hagen an, er möchte sich der neueren Nomenklatur bloss da bedienen, „wo die ältere zu Verwirrungen Gelegenheit geben könnte“. Grundsätze der Chemie, S. VI.

wohl aber wird es dem jungen Antiphlogistiker zwecklos und unerquicklich erschienen sein, ein Werk zu studieren, das von phlogistischen Ausdrücken (die mit jedem Tage unverständlicher wurden) förmlich wimmelte, umsomehr, als dessen faktischer Inhalt ebensowohl aus anderen Arbeiten erlernt werden konnte, mit deren Darstellungsweise er durch seine privaten Vorstudien vertrauter war.

Von den jungen Männern, die im letzten Lustrum des achtzehnten Jahrhunderts die Avantgarde der neuen Schule im Norden bildeten, waren es nicht gerade viele, die in der Folge auf dem Gebiete der Chemie eine selbständige wissenschaftliche Thätigkeit von Bedeutung entwickelten. Pontin und andere gingen zum ärztlichen Beruf über, Ekeberg, der durch seine hervorragende Begabung zu grossen Hoffnungen berechtigte, wurde durch seine immer mehr zunehmende Kränklichkeit gehindert, sich hervorzuthun; wohl auch durch die streng untergeordnete Stellung, die er stets an der Universität einnahm. So kam es, dass Berzelius in der That der erste bedeutendere Vertreter der Lavoisier'schen Theorie in Schweden wurde. Ja, man kann behaupten, dass diese Theorie erst durch ihn wirklich in der wissenschaftlichen Litteratur Schwedens Wurzel fasste. Allein auch hier wurde der Sieg keineswegs ohne vorangegangene Kämpfe gewonnen. Wie wenig der Anschluss an die neue Lehre geeignet war, Aufmunterung und Beifall bei den anerkannten wissenschaftlichen Autoritäten des Landes zu finden, musste Berzelius während seiner ersten schriftstellerischen Thätigkeit in reichem Masse erfahren. Abgesehen von dem Streit mit Afzelius, welcher teilweise auch andere Ursachen hatte, möge nur an die wenig günstige Behandlung erinnert werden, welche den Erstlingsarbeiten Berzelius' zu teil wurde und dies keineswegs ihres sachlichen Inhalts wegen, sondern — wie ausdrücklich angegeben wurde — darum, weil in ihnen die neue Nomenklatur zur Anwendung gekommen war [1]). Ein ähnliches Schicksal erfuhr — wahrscheinlich aus demselben Grunde [2]) — auch eine spätere Arbeit:

---

[1]) Pontin's Samlade Skrifter I, 225; siehe oben S. 20.
[2]) Siljeström, Minnestal, S. 20.

„Untersuchung des Quellwassers zu Porla" (1805)[1]). In diesen wiederholten Scherereien hat man offenbar den Grund zu suchen, weshalb Berzelius kurz nachher, auf die ökonomische Beihilfe Hisinger's gestützt, eine neue wissenschaftliche Zeitschrift, die mehrerwähnten Abhandlungen der Physik, Chemie und Mineralogie gründete (1806), worin er selbst sowie seine Gesinnungsgenossen ihre Arbeiten veröffentlichten.

Indessen darf man den Konservatismus, der sich so in den leitenden wissenschaftlichen Kreisen Schwedens geltend machte, nicht allzu streng beurteilen. Sehr wohl können dafür mildernde Umstände angeführt werden. Die Männer, welche im Anfange des Jahrhunderts die chemische Wissenschaft in der Stockholmer Akademie repräsentierten, waren zumeist in die Jahre gekommene Bergbeamte[2]), deren umfassende praktische Beschäftigung sie zweifelsohne hinderte, an den theoretischen Streitfragen der neuen Zeit regeren Anteil zu nehmen, selbst wenn das nötige Interesse und alle übrigen Voraussetzungen vorhanden gewesen wären. Auch mag diese Teilnahmslosigkeit auf die Arroganz zurückzuführen sein, mit welcher von gewissen Seiten die neuen Ansichten verkündigt wurden. Zweifellos zielte Berzelius in erster Linie auf die in seinem Vaterlande herrschenden Verhältnisse, wenn er später mit seiner gewöhnlichen Unbefangenheit sagte: „Lavoisier's Landsleute verkündeten die neue Lehre mit bisweilen übermütigem Tone, der ältere verdiente Chemiker nicht selten verletzen musste. Sie schienen mit der neuen Nomenklatur die Arbeiten aller anderen in den Schatten stellen und mit den neuen Benennungen

---

[1]) Diese Abhandlung wurde später in Afhandlingar i Fysik etc. I, 145 (1806) veröffentlicht.

[2]) G. v. Engeström (1738—1813) war Bergrat, J. G. Gahn (1745—1818) Assessor im Bergkollegium, P. J. Hjelm (1746—1813) Münzwardein, G. Broling (1766—1838) Bergmeister, E. Hagström (1760—1827) Berggeschworener; dazu kommen noch die Universitätslehrer Ekeberg und Afzelius, von welchen ersterer zwar entschiedener Antiphlogistiker war, jedoch keinen grösseren Einfluss ausgeübt zu haben scheint, sowie die beiden Finnländer Johan Gadolin (1760—1852), Professor in Åbo, und J. Julin (1752—1820), Apotheker in Uleåborg, später in Åbo. (Lefnadsteckningar öfver kongl. svenska vetenskaps akademiens efter år 1854 aflidna ledamöter I, Stockholm 1869—1873.

sich alle früher gemachten Entdeckungen aneignen zu wollen
so dass die LAVOISIER'schen Lehren trotz ihrer Klarheit und
der Fülle überzeugender Beweise nur sehr allmählich durch
drangen und erst spät den Beifall der älteren und angesehenste
Chemiker fanden" [1]). Indessen erstarb der Widerstand gege
die Reform nach und nach von selbst. Im Jahre 1804 wurd
BERZELIUS' Freund und Mitarbeiter HISINGER zum Mitglie
der Akademie gewählt; drei Jahre später findet man in de
von derselben herausgegebenen ökonomischen Annalen ein
grosse Anzahl der BERZELIUS'schen Abhandlungen; und nac
Verlauf eines weiteren Jahres wurde BERZELIUS die vollständig
Genugthuung zu teil, selbst zum Mitglied dieser gelehrten Ge
sellschaft berufen zu werden, deren vornehmste Zierde e
während eines Zeitraumes von vierzig Jahren bleiben sollt
und deren Angelegenheiten er sich sein Lebelang mit de
allergrössten Fürsorge widmete. „In den letztverflossenen zeh
Jahren" — schreibt er 1812 — „hat die phlogistische Theori
alle ihre Anhänger verloren" [2]). Die restriktiven Massregel
gegen BERZELIUS' Erstlingsarbeiten waren in der That di
letzten Todeszuckungen des phlogistischen Systems in Schwede

Indessen giebt es auch einen Phlogistiker, dessen Schrifte
auf BERZELIUS' wissenschaftliche Entwickelung einen unve
kennbaren Einfluss ausgeübt haben. Sein Name ist TORBE
BERGMAN. Dieser Einfluss hat sich aber selbstverständlich au
eine andere Art, teilweise auch auf anderen Gebieten als de
LAVOISIER'sche geltend gemacht und tritt am deutlichsten i
den Schriften über die chemischen Proportionen sowie in de
über die Nomenklatur hervor. Dass BERZELIUS schon währen
seiner Studienzeit sich mit BERGMAN's Arbeiten bekannt ge
macht hat, ist jedenfalls sicher. Diesen ist sogar das erst
Citat in seiner ersten zum Druck gebrachten Abhandlun
(Nova Analysis aquarum etc. 1800) entnommen.

Eine dritte Quelle, woraus BERZELIUS schon früh seine
Wissensdurst zu stillen begonnen hatte, war die damalig
Journallitteratur, in erster Linie die englische. Sein Jugend

---

[1]) Lärbok i kemien II, 23, 1812.
[2]) Ebenda S. 25.

werk über Salpetersäurenaphtha verrät bereits eine genaue Kenntnis derselben. Die englischen Chemiker waren unter seinen Zeitgenossen überhaupt die ersten, zu denen er mittelst sowohl empfangener als gegebener Anregungen in persönliche Beziehung trat, was teilweise schon in dem Bericht über die elektrochemischen Untersuchungen angedeutet worden ist. Besonders war es HUMPHRY DAVY, der BERZELIUS in vieler Hinsicht stark und nachhaltig beeinflusste, wie auch dieser seinerseits keinen Anstand nahm, ihm seine aufrichtige Bewunderung zu zollen [1]), was allerdings keineswegs hinderte, dass zwischen ihnen von Zeit zu Zeit ernste Meinungsverschiedenheiten entstanden. Es ist hierbei nicht ohne Interesse, zu beobachten, wie der Einfluss DAVY's sich niemals auf solche Punkte erstreckte, wo seine Ansichten mit den Hauptlehren LAVOISIER's in Konflikt hätten geraten können. Und solcher Punkte gab es viele, denn DAVY war bekanntlich niemals ein besonders eifriger Anhänger des LAVOISIER'schen Systems. Im Gegenteil: durch verschiedene seiner Theorien, z. B. die von der Zusammensetzung der Säuren, trat er in scharfe Opposition wider dasselbe, und fand dabei in der Regel in BERZELIUS einen entschiedenen Gegner. Kurz und gut: unter den Forschern, welche durch ihre Schriften die erste Richtung der wissenschaftlichen theoretischen Thätigkeit BERZELIUS' bestimmten und seiner wissenschaftlichen Produktion ihr Gepräge gaben, bevor er als selbständiger Theoretiker auftrat, nimmt LAVOISIER unbedingt die erste Stelle ein; sein Einfluss ist gewissermassen als der Hauptstrom zu betrachten, der wohl anderswoher grössere oder kleinere Zuflüsse aufnimmt, ohne sich jedoch durch diese von seiner ursprünglichen Richtung ablenken zu lassen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass diese Beeinflussung sich in BERZELIUS' ersten Arbeiten — die Specialuntersuchungen waren — vorzugsweise in Einzelnheiten, in der Aus-

---

[1]) In einer von ihm selbst veranstalteten Sammlung seiner auswärtigen Korrespondenzen hat er vor DAVY's Briefe mit eigener Hand folgende in ihrer Kürze bezeichnende Worte gesetzt: „HUMPHRY DAVY, Prof. Roy. Soc. der grösste Chemiker seiner Zeit“ (Bibliothek der Akademie der Wissenschaften, Stockholm).

drucksweise, der Nomenklatur etc. kund giebt. Ihr ganzer Umfang wird erst ersichtlich, wenn er von diesen speciellen Arbeiten zu der Aufgabe übergeht, die Wissenschaft im Zusammenhange zu behandeln. BERZELIUS' Stellung zur Chemie des achtzehnten Jahrhunderts ist nirgends so deutlich gekennzeichnet wie in der ersten (schwedischen) Auflage seines Lehrbuches [1]). Keine seiner übrigen Schriften spiegelt den Gang seiner eigenen theoretischen Entwickelung während des ersten Decenniums seines wissenschaftlichen Wirkens so klar wieder.

Der erste Band dieser Arbeit [2]), welcher 1808 erschien — also 10 Jahre später nachdem er sich der chemischen Forschung ernstlich zu widmen begonnen hatte und ein Jahr nach Antritt seines Lehramtes — ist sichtlich aus dem Bedürfnis hervorgegangen, beim Unterricht einen gedruckten Leitfaden zu besitzen, der seine eigene Auffassung über die Grundlehren der Chemie wiedergäbe. Als Motiv für die Herausgabe giebt er an, dass es an einem ausführlichen Lehrbuch der Chemie in schwedischer Sprache schon lange gefehlt habe. Nach der einleitenden Übersicht bringt das Buch eine ziemlich ausführliche Darstellung der damals als Grundstoffe aufgefassten Körper von nichtmetallischer Natur und der von ihnen sich herleitenden Säuren, Basen und Salze. Trotzdem in der Einleitung bemerkt ist, dass die organische Chemie in einem nachfolgenden Teil — zusammen mit den Metallen — behandelt werden solle, ist schon hier eine grosse Anzahl organischer Säuren beschrieben (14) — augenscheinlich nach dem Muster des Traité élémentaire von LAVOISIER, wo man genau dieselbe Aufstellung wiedertrifft. Von dem künftigen BERZELIUS'schen Lehrgebäude findet man hier nur die allerersten Fundamente; in gewissem Grade gilt das auch von dem nächstfolgenden zweiten Teile. Allein gerade deshalb ist das Studium dieser beiden Bücher von grossem historischen Interesse. Sie enthalten sozusagen den Keim zu dem künftigen System und lassen weit besser als die folgenden, selbständiger durchgearbeiteten Auflagen unterscheiden zwischen den Lehren, welche BERZELIUS

---

[1]) I. und II. Teil.

[2]) Lärbok i Kemien. Förra delen. Stockholm 1808. 483 Oktavseiten.

von seinen Vorgängern übernommen, und denen, welche er selbst ausgebildet hat. Von den Hypothesen, die in erster Reihe als charakteristisch für das BERZELIUS'sche System betrachtet wurden, nämlich die dualistische, die elektrochemische und die atomistische, begegnet man hier eigentlich nur der erstgenannten und auch dieser in einer wenig scharfen Form, denn sie geht eigentlich mehr aus dem Inhalt hervor als sie vom Verfasser ausdrücklich hervorgehoben wird, — offenbar aus dem einfachen Grunde, dass die allgemeine Auffassung der damaligen Chemiker sich von vornherein in dualistischer Richtung bewegte[1]). Der Dualismus war zu jener Zeit überhaupt keine Streitfrage; er war vielmehr eines der wenigen Gebiete, wo LAVOISIER's Lehren und die spätphlogistische Anschauung ohne sich zu bekämpfen einander begegnen konnten. Der Phlogistiker ROUELLE, LAVOISIER's Lehrer, hatte sogar die neuere Auffassung von der Natur der Salze gegründet[2]). Ein anderer Phlogistiker, BERGMAN, war siegreich gegen die STAHL'sche Ansicht von den regulinischen Metallen als den näheren Bestandteilen der Salze aufgetreten[3]) und hatte von neuem dem alten GEBER'schen Satze: „ex metallis fiunt sales post ipsorum calcinationem" Geltung verschafft. LAVOISIER, der im allgemeinen für „le savant professeur d'Upsal" grosse

---

[1]) Allerdings mit einigen Ausnahmen, worüber unten mehr.

[2]) G. F. ROUELLE (der Ältere) 1703—1770. „Je donne à la famille des sels neutres toute l'extension qu'elle peut avoir: j'appelle sel neutre moyen eu salé, tout sel formé par l'union de quelqu' acide que ce soit, ou minéral ou végétal, avec un alkali fixe, un alkali volatil, une terre absorbante, une substance métallique, ou une huile." ROUELLE, Mémoires de l'Académie royale des sciences, 1744. 353.

[3]) Besonders deutlich ist dieser Standpunkt BERGMAN's hervorgehoben z. B. in der Abhandlung De praecipitatis metallicis, Opuscula physica et chemica vol. II. 354: „singulis sollicite consideratis pensitatisque facile elucet, nullum metallum acido quodam suscipi posse, salva tota, formae completae necessaria, phlogisti quantitate." Ebenso in der Arbeit De diversa phlogisti quantitate in metallis, Opusc. vol. III, z. B. S. 134: „hae metallorum deturbationes huc usque consideratae fuerunt, uti effectus attractionum electivarum simplicium, quum menstruis metalla inhaerere completa, crediderint Chemici. Jam autem satis superque patet, nullum acidis suscipi posse sine idonea phlogisti privatione antecedente."

Achtung hegte [1], adoptierte diese Salztheorie mutatis mutandis. Was bei BERGMAN eine Verbindung zweier elementarer Substanzen war, wurde bei LAVOISIER eine Verbindung zweier zusammengesetzter Körper, von denen jeder wiederum aus zwei Gliedern bestand, und zwar aus Sauerstoff und einem brennbaren Körper [2]. Übrigens führt LAVOISIER diese Zweiteilung noch weiter durch: er betont, dass die Radikale der Säuren nicht immer einfach sind und dass auch die der Basen (bases oxidables) bisweilen in zwei einfachere Bestandteile zerlegt werden können [3]. Man kann daher behaupten, dass LAVOISIER zu dem bisherigen dualistischen Lehrgebäude noch eine, um nicht zu sagen zwei Etagen hinzugefügt hat, ohne jedoch an dem alten Fundament zu rütteln, das er von den Spätphlogistikern übernommen hatte. Er fasst seine darauf bezüglichen Äusserungen in folgende charakteristische Sätze zusammen: „La chimie marche donc vers son but et vers sa perfection, en divisant, subdivisant, et resubdivisant encore, et nous ignorons

---

[1]) Traité élémentaire, Discours préliminaire, XXVI.

[2]) „Je ne rangerai pas non plus .... les alkalis ni les substances terreuses, telle que la chaux, la magnésie, etc. dans la classe des sels, et je ne désignerai par ce nom que des composés formés de la réunion d'une substance simple oxygénée avec une base quelconque.“ Traité élémentaire I, 163—164.

Und obwohl eine grosse Anzahl dieser Basen (les bases salifiables zum Unterschied von les bases oxidables et acidifiables) noch der Klasse der unzerlegbaren Substanzen zugerechnet wurde, zögert LAVOISIER nicht, die Wahrscheinlichkeit ihrer binären Natur zu betonen: „L'oxygène est donc le moyen d'union entre les métaux et les acides; et cette circonstance qui a lieu pour tous les métaux comme pour tous les acides, pourroit porter à croire que toutes les substances qui ont une grande affinité avec les acides contiennent de l'oxygène.“ Ebenda S. 179. „Elles (les terres) sont les seules de toute cette classe qui n'aient point de tendance à s'unir à l'oxygène, et je suis bien porté à croire que cette indifférence pour l'oxygène, s'il m'est permis de me servir de cette expression, tient à ce qu'elles en sont déjà saturées.“ Ebenda S. 195. Es ist bekannt, in wie glänzender Weise diese Vorhersagung in Erfüllung ging durch die Entdeckungen der Jahre 1807—1808, an welchen, wie wir aus dem Vorhergehenden ersehen, auch BERZELIUS regen Anteil genommen hat.

[3]) z. B. wenn er von Oxyden und Säuren mit doppelter Basis spricht (oxides et acides à base double, Traité élém. I, 123, und ferner: oxides végétaux à deux bases. Ebenda S. 125).

quel sera le terme de ses succès. Nous ne pouvons donc pas assurer que ce que nous regardons comme simple aujourd'hui le soit en effet: tout ce que nous pouvons dire, c'est que telle substance est le terme actuel auquel arrive l'analyse chimique"[1]). Der LAVOISIER'sche Dualismus wurde anfänglich von BERZELIUS in ziemlich unveränderter Gestalt übernommen, nur mit dem Unterschiede, dass er — sicher auf Grund der Erfahrung, die er durch seine elektrolytischen Untersuchungen gewonnen — eine schärfere qualitative Grenze zwischen Säuren und Basen zieht. Für LAVOISIER bestand der Unterschied zwischen diesen beiden Körperklassen mehr dem Grade als der Art nach; seiner Meinung zufolge repräsentieren die Oxyde gewissermassen ein Übergangsstadium zwischen Grundstoffen und Säuren; ihre von den Säuren abweichenden Eigenschaften schreibt er in erster Linie ihrem niedrigeren Sauerstoffgehalt zu. „Aussi les substances métalliques, en s'oxygénant dans l'air et dans le gaz oxygène, ne se convertissent-elles point en acides, ...; il se forme des substances intermédiaires qui commencent à se rapprocher de l'état salin, mais qui n'ont pas encore acquis toutes les propriétés salines"[2]) (offenbar wendet LAVOISIER an dieser Stelle das Wort salin in seiner älteren Bedeutung an, nach welcher auch die Säuren, Alkalien u. s. w. zu den Salzen zählen). Und weiter heisst es: „un premier degré d'oxygénation constitue les oxydes; un second degré constitue les acides terminés en eux, comme l'acide nitreux, l'acide sulfureux; un troisième degré constitue les acides en ique, tels que l'acide nitrique, l'acide sulfurique; enfin nous pouvons exprimer un quatrième degré d'oxygénation des substances, en ajoutant l'épithète d'oxygéné, comme nous l'avons admis pour l'acide muriatique oxygéné"[3]).

BERZELIUS schliesst sich im ersten Teile des Lehrbuches getreu dieser Auffassung an: er teilt die Sauerstoffverbindungen, je nach dem Gehalte an Sauerstoff, in Oxyde, Untersäuren („syrligheter") und Säuren ein, mit dem Zusatz, dass

---

[1]) Traité élém. I, 194.

[2]) Ebenda S. 83.

[3]) Ebenda S. 84.

die erstgenannten wiederum in Oxydule und Oxyde im engeren Sinne geteilt werden [1]). Die vierte der von LAVOISIER aufgestellten Klassen, die überoxydierten Säuren, schliesst er dagegen aus mit der Begründung, dass hiervon nur ein einziges Beispiel bekannt sei, nämlich die überoxydierte Salzsäure [2]), welche ausserdem durch ihre Oxydation einen grossen Teil ihrer sauren Eigenschaften eingebüsst habe [3]).

Die Hinneigung zu der qualitativen Auffassung lässt sich indessen schon weiterhin in demselben Teile wahrnehmen. Bereits auf Grund der kurz vorher von DAVY ausgeführten Zerlegung der Alkalien wird hier darauf hingewiesen, dass der Sauerstoff nicht nur als Oxygenium sondern auch als Alkaligenium auftreten kann [4]), womit indirekt angedeutet wird, dass die entgegengesetzten Eigenschaften der Säure und des Alkalis auf eine andere Ursache als gerade auf den ihnen beiden gemeinsamen Bestandteil, den Sauerstoff, zurückzuführen sei. Und im zweiten Teile (1812) hebt BERZELIUS ausdrücklich hervor, wie die elektrochemische Anschauung eine Umgestaltung unserer Begriffe hinsichtlich des „principium aciditatis" herbeigeführt hat: nicht der Sauerstoff, sondern die Natur des brennbaren Radikals bestimmt, inwieweit die Oxyde zu Säuren oder Salzbasen werden oder inwieweit sie in den verschiedenen Oxydationsstufen bald saure, bald basische Eigenschaften annehmen [5]). Es lässt sich kaum in Abrede stellen, dass die Theorie LAVOISIER's durch diese Abänderung nicht nur in bessere Übereinstimmung mit den neu entdeckten Thatsachen gebracht worden ist, sondern dass sie überhaupt an Folgerichtigkeit und logischer Klarheit gewonnen hat. Denn gerade auf die Frage, warum nur gewisse Grundstoffe solche „intermediäre" Sauerstoffverbindungen basischer Natur zu liefern im stande sind, musste jene Theorie in ihrer ursprünglichen Form früher oder später die Antwort schuldig bleiben.

In seiner — man möchte sagen — typisch berzelianischen

---

[1]) Lärbok i Kemien I, 96, 1808.
[2]) d. h. Chlorsäure.
[3]) Lärbok i Kemien I, 97.
[4]) Ebenda S. 240.
[5]) Ebenda II, 553.

Form trat der Dualismus erst ums Jahr 1818 auf, nachdem er mit den inzwischen ausgebildeten elektrochemischen und atomistischen Theorien zu einem organischen Ganzen verschmolzen war. Der in demselben Jahre erschienene III. Teil des Lehrbuches[1] enthält das dualistische System in der Form, welche später als die für dasselbe besonders bezeichnende angesehen wurde. Die Stelle kann in Hinblick auf ihre Bedeutung für die Geschichte der Chemie wohl klassisch genannt und verdient es von diesem Gesichtspunkte aus, in extenso angeführt zu werden: „Wenn sich zwei Atome von verschiedenen Körpern verbunden haben, so entspringt daraus ein zusammengesetztes Atom...... Solche zusammengesetzte Atome können sich dann wieder unter einander verbinden, woraus noch zusammengesetztere Atome entstehen. Verbinden sich diese mit anderen, so entstehen Atome von einer noch komplizierteren Zusammensetzung. Es ist notwendig, diese verschiedenen Atome durch bestimmte Namen unterscheiden zu können. Wir werden sie in zusammengesetzte Atome der ersten, zweiten, dritten u.s.w. Ordnung einteilen. Atome der ersten Ordnung nennen wir solche, die unmittelbar aus einfachen elementaren Atomen zusammengesetzt sind...... Die zusammengesetzten Atome der zweiten Ordnung entspringen aus zusammengesetzten Atomen der ersten Ordnung; die Atome der dritten aus denen der zweiten u. s. w. Zum Beispiel: Schwefelsäure, Kali, Thonerde und Wasser sind alle zusammengesetzte Atome der ersten Ordnung, weil sie aus Sauerstoff und dem brennbaren Radikal bestehen. Schwefelsaures Kali und schwefelsaure Thonerde sind (zusammengesetzte) Atome der zweiten Ordnung; der wasserfreie Alaun, welcher eine Verbindung dieser beiden letzteren Salze ist, bietet ein Beispiel von einem zusammengesetzten Atom der dritten Ordnung dar, und endlich kann der krystallisierte Alaun, der mehrere mit einem Atome vom Doppelsalze verbundene Atome Wasser enthält, als ein Beispiel von zusammengesetzten Atomen der vierten Ordnung angeführt werden u. s. w. Bis zu welcher Zahl die Ordnungen steigen können, ist noch nicht untersucht. Die Affinität

[1]) Lärbok i Kemien, III, Stockholm 1818.

(Verwandtschaft) zwischen den zusammengesetzten Atomen nimmt in dem Masse ab, als sich die Anzahl der Ordnungen vermehrt"[1]).

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass sogar der Wortlaut, womit die wiederholte Zweiteilung hier ausgedrückt worden, auf LAVOISIER's Schriften zurückgeführt werden kann. Man vergleiche z. B. folgenden Passus: „Les acides ..... résultent d'un premier ordre de combinaisons; ils sont formés de la réunion de deux principes simples, ou au moins qui se comportent à la manière des principes simples, et ils sont par conséquent pour me servir de l'expression de STAHL, dans l'ordre des mixtes. Les sels neutres, au contraire, sont d'un autre ordre de combinaisons, ils sont formés de la réunion de deux mixtes, et ils rentrent dans la classe des composés"[2]). Die Idee ist, obschon nicht so vollständig durchgeführt, — wie man sieht — genau dieselbe. Indessen hat BERZELIUS dem von ihm in einer zwar etwas mehr schematisierten, sonst aber wenig veränderten Form übernommenen LAVOISIER'schen Dualismus einen nicht unwesentlich tieferen Inhalt gegeben. Während LAVOISIER sich damit begnügt zu sagen: das ist so, sucht BERZELIUS zu erklären, warum es so, und nicht anders sein könne. Diese Erklärung, welche somit BERZELIUS' selbständigen Zusatz zum dualistischen System bildet, deckt sich — wie wir wissen — mit seiner elektrochemischen Theorie, welche die dualistische Anschauung als notwendige Konsequenz hervorgehen lässt.

Schon im vorhergehenden ist angedeutet worden, dass diese elektrochemische Theorie einer verhältnismässig langen Zeit bedurfte, um zur Reife zu gelangen. So findet sich von ihr noch kaum eine Spur in der Arbeit, in welcher BERZELIUS zum ersten Male seine Wissenschaft systematisch behandelt, nämlich im ersten Teile seines Lehrbuches, obwohl zur Zeit der Abfassung derselben schon 5 Jahre verflossen waren, seitdem er, zusammen mit HISINGER, seine für jene Theorie zweifellos in gewisser Hinsicht grundlegende Experimentalunter-

---

[1]) Lärbok i Kemien III, 22—24.

[2]) Traité élém. I, 163; vgl. S. 194.

suchung[1]) ausgeführt hatte. Er beschränkt sich auf einen kurzen Bericht über die verschiedenen Ursachen der Elektricitätserregung wie auch über die chemischen Wirkungen des elektrischen Stromes, geht aber nicht näher auf eine theoretische Erklärung des Zusammenhanges der elektrischen und chemischen Erscheinungen ein. Auch der kurz zuvor veröffentlichten elektrochemischen Theorie von HUMPHRY DAVY thut er keine Erwähnung, obwohl ihm dieselbe aller Wahrscheinlichkeit nach bekannt war[2]).

Erst im Nachtrag zum zweiten Teile nimmt er die Diskussion über „den Zusammenhang der Elektricitäten mit der chemischen Verwandtschaft" auf und legt die „Grundzüge einer künftigen elektrochemischen Theorie" dar[3]). Als seine durch die Erfahrungen der letzten zehn Jahre gewonnene Überzeugung hebt er zuerst hervor, dass jeder chemische Prozess zugleich ein elektrochemischer sei, dass somit keine Affinitätswirkungen stattfinden können, wenn nicht gleichzeitig „die Elektricitäten" mitwirken. Indessen verwahrt er sich unmittelbar darauf gegen DAVY's Versuch, die Elektricität mit der chemischen Verwandtschaft geradezu zu identifizieren: „wir können uns nicht denken, dass etwas auf einmal Kraft und Erscheinung sein soll"[4]). Es ist kaum zu bestreiten, dass BERZELIUS hier eben den schwachen Punkt der DAVY'schen Theorie getroffen hat. Denn wenn diese dem bisher gebräuchlichen Ausdruck „Chemische Verwandtschaft" den Ausdruck Elektricität oder elektrische Kraft substituiert, so liegt darin eher eine Umschreibung als eine Erklärung des zu erläuternden Thatbestandes[5]). Allerdings konnte BERZELIUS damals noch keine andere völlig durchgearbeitete Theorie an die Stelle der DAVY-schen setzen, weshalb er sich vorläufig mit ziemlich allgemein gehaltenen Andeutungen begnügt. Als thatsächliche Grundlage für die Diskussion giebt er, in völliger Übereinstimmung

---

[1]) Wirkung der elektrischen Säule auf Salze etc.

[2]) Sie wurde in Phil. Trans., 1807, 1—56, sowie in GILBERT's Ann. 28, 1, 161. 1807 veröffentlicht.

[3]) Lärbok i Kemien, II, 542.

[4]) Ebenda S. 543.

[5]) Vgl. OSTWALD, Elektrochemie S. 347.

mit DAVY, den Umstand an, dass zwei Körper, zwischen denen chemische Verwandtschaft besteht, mit einander in Berührung gesetzt, elektrisch werden („entgegengesetzte freie Elektricitäten zeigen") und dass dieser elektrische Zustand („elektrische Verteilung") sich im Verhältnisse mit der Stärke der Verwandtschaft vermehre (z. B. durch Erwärmung, welche die Verwandtschaft erhöht). Diese Trennung der Elektricitäten gehe stets der chemischen Vereinigung, sie gleichsam prädisponierend, vorher, bis, in dem Augenblicke, wo die Reaktion stattfindet, die in den Körpern wirkenden Elektricitäten sich entladen und „neutrales Electricum" bilden mit ganz ähnlichen Erscheinungen (Licht und Wärme), wie sie bei der Entladung zwischen den Polen der elektrischen Säule auftreten. Inwieweit nun die Verwandtschaftsgrade der Körper deren Verhältnis zu den Elektricitäten bestimmen oder umgekehrt, ist seiner Meinung nach schwer zu entscheiden; jedoch neigt er mehr zu der letzteren Auffassung, da es völlig bewiesen sei, dass in der Säure nicht die Affinität die Verteilung der Elektricitäten bestimme, sondern deren Verteilung die Affinität [1]. Eine wesentliche Schwierigkeit bei der Auseinandersetzung dieser Erscheinungen liege, wie er meint, noch darin, „dass nur ein einziger Körper eine absolute und unveränderliche elektrochemische Natur zeige, nämlich der Sauerstoff" [2]), eine Ansicht, die hier zum ersten Male laut geworden sein dürfte, im übrigen aber mit seiner früheren Anschauung in nahem Zusammenhang steht [3]. Von diesem Gesichtspunkte aus nennt er den Sauerstoff absolut elektropositiv [4] und teilt die übrigen Grundstoffe nach ihrem verschiedenen elektrochemischen Verhalten in vier Gruppen ein, nämlich in: 1) im allgemeinen elektropositive wie Schwefel.

---

[1]) Lärbok i Kemien II, 551.

[2]) Ebenda S. 544.

[3]) Siehe unten.

[4]) Auf die Vertauschung der später in entgegengesetzter Bedeutung angewandten Ausdrücke elektropositiv und -negativ braucht wohl hier nicht besonders hingewiesen zu werden. BERZELIUS betont selbst das Ungenaue in dieser Bezeichnungsweise: „Hierbei begehen wir dieselbe Unrichtigkeit, wie wenn wir die magnetische Kraft in der gegen Norden gerichteten Spitze der Magnetnadel Nordmagnetismus nennen." Lärbok i Kemien, II, 545.

Kohlenstoff, Boracium, Arsenik; 2) wechselnde wie Tellur, Antimon, Zinn; 3) indifferente wie Silicium, Tantal und 4) elektronegative wie Kalium, Barytium, Mangan, Zink, Blei u. s. w.

Ein grosser Teil der Darstellung ist übrigens teils der schon seit der Entstehung der antiphlogistischen Theorie lebhaft besprochenen Frage über die Ursache der Feuererscheinung und der Wärmeentwickelung bei der Verbrennung sowie bei den übrigen chemischen Reaktionen gewidmet, teils aber auch der Frage über die materielle oder nichtmaterielle Natur der Imponderabilien (des Lichts, der Wärme und der Elektricität). Von den späteren Kernpunkten der elektrochemischen Hypothese BERZELIUS' ist, wie man sieht, hier nicht viel zu merken. Die Polarität, die Präexistenz der elektrischen Ladung in den kleinsten Teilchen der Materie u. s. w. ist nicht einmal angedeutet, was offenbar damit im Zusammenhang steht, dass BERZELIUS die Corpuskulartheorie seinem System noch nicht als integrierenden Teil einverleibt hatte. Was oben von der dualistischen Theorie gesagt ist, gilt sonach in noch höherem Grade auch von der elektrochemischen, nämlich dass sie erst in der Periode 1812—1818 zu ihrer völligen Entwickelung gelangt ist [1]), wie die theoretische Thätigkeit BERZELIUS' während dieser Zeit überhaupt ihren Kulminationspunkt erreicht zu haben scheint (zwischen seinem 33. und 39. Lebensjahre).

Im dritten Teile des Lehrbuches [2]) hingegen begegnet uns die Theorie zum ersten Male in ihrer typischen Gestalt und sie wird in der Folge nur kleinen und unwesentlichen Änderungen unterworfen. — Den grössten Raum in dem eben genannten Bande nimmt eine „Beschreibung chemischer Instrumente und Operationen ein“ [3]). Des ferneren enthält er eine Reihe von Nachträgen zu den beiden vorhergehenden Teilen. Das ungleich grösste Interesse vom historischen Ge-

[1]) KOPP giebt sogar an, dass BERZELIUS seine elektrochemische Theorie erst 1819 vollständig aufstellte, was jedenfalls nicht ganz korrekt ist. Gesch. d. Chemie II. 339.

[2]) Stockholm, 1818.

[3]) Es ist von Interesse und bedeutet ganz sicher mehr als ein zufälliges Zusammentreffen, dass auch der dritte Teil (troisième partie, tome second) der Traité élémentaire von LAVOISIER einen völlig ähnlichen Inhalt hat: „description des appareils et des opérations manuelles de la chimie“.

sichtspunkte aus knüpft sich indessen an die Einleitung, die den Titel führt: „Versuch einer theoretischen Ansicht über die Lehre von den chemischen Proportionen und dem Einflusse der Elektricität als chemisches Agens“[1]). Diese Einleitung, in mehrere europäische Sprachen übersetzt und besonders herausgegeben[2]), ist stets eine der wichtigsten Quellen für die Kenntnis von BERZELIUS' chemischem System geblieben.

Hier sieht man, wie BERZELIUS sich noch weiter von der elektrochemischen Theorie DAVY's entfernt hat; denn während nach dieser die elektrische Ladung in den kleinsten Teilen erst bei ihrer gegenseitigen Berührung entsteht, glaubt BERZELIUS jeden kleinsten Teil schon an und für sich mit einer gewissen Ladung ausgerüstet, die allerdings durch äusseren Anlass gesteigert bezw. vermindert werden kann. Dieser Unterschied zwischen den Ansichten BERZELIUS' und denen DAVY's wird von seiten des ersteren zwar nicht ausdrücklich betont, geht aber unzweideutig aus seiner Darstellung hervor und wurde auch allgemein so aufgefasst[3]). Mit Beseitigung der im vorhergehenden (zweiten) Teile gegebenen Einteilung reiht BERZELIUS die Grundstoffe vom elektrochemischen Gesichtspunkte aus nunmehr in zwei grosse Hauptabteilungen ein, und zwar in elektropositive und elektronegative, wobei er sich dieser Ausdrücke in derselben Bedeutung bedient, die sie seitdem beibehalten haben. Die Reihe der elektronegativen Elemente beginnt mit dem Sauerstoff, „dem elektronegativsten aller Körper, dem einzigen, dessen elektrische Beziehungen stets unveränderlich sind“[4]), und schliesst mit dem Wasserstoff; die Reihe der elektropositiven Elemente beginnt mit dem Golde und schliesst mit Kalium. Jedoch hebt BERZELIUS ausdrücklich hervor, dass

---

[1]) „Försök till en theoretisk åsigt af läran om de kemiska proportionerna samt af electricitetens inflytelse såsom kemiskt agens.“

[2]) Essai sur la cause des proportions chimiques, et sur l'influence chimique de l'électricité, Paris 1819, 1835. — Über die Theorie der chemischen Proportionen, Dresden 1820, u. s. w.

[3]) Siehe KOPP, Entwickelung d. Chemie, S. 507, 511; LADENBURG, Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie, 2. Aufl. S. 93; OSTWALD, Elektrochemie, S. 346; u. a. m.

[4]) Lärbok i Kemien III, 64. 1818.

diese Reihe, in welcher die Grundstoffe nach ihren zunehmenden elektropositiven Eigenschaften geordnet sind, nur als eine vorläufige aufzufassen sei: „bis jetzt hat man diese Materie so wenig untersucht, dass sich noch nichts ganz Gewisses hinsichtlich dieser relativen Ordnung bestimmen lässt, die wohl nicht mehr dieselbe bleiben möchte, wenn man alle, auf diesen Gegenstand sich beziehende Umstände besser kennen wird“[1]).

Auch die zusammengesetzten Körper — und unter diesen wird, in echt Lavoisier'schem Geiste, vorzugsweise auf die Sauerstoffverbindungen Rücksicht genommen — werden in ähnlicher Weise in elektronegative (Säuren) und elektropositive (Basen) eingeteilt, wozu noch eine dritte Klasse kommt, nämlich die der indifferenten; zu diesen werden teils solche gezählt, deren Indifferenz von der Neutralisierung herrührt, d. h. die Salze, teils auch solche Oxyde, welche durch Glühen ihre chemische Aktivität verloren haben, z. B. Chromoxyd, Zinnoxyd, Zirkonerde u. a. m.

Wenn sich Berzelius schon bei der Darlegung seiner elektrischen Reihe mit grosser Vorsicht ausgesprochen hat, so tritt er bei Aufstellung der theoretischen Erklärungsgründe nicht weniger zurückhaltend auf. Seine elektrochemische Theorie bezeichnet er nur als einen Versuch, sich eine Vorstellung zu machen, „wie die Sache sich möglicherweise verhalten könne“[2]). Ausgehend von der elektrischen Polarität der Körper — als typisches Beispiel wird der Turmalin angegeben — schliesst er davon auf einen ähnlichen Zustand bei den kleinsten Teilchen derselben, „denn es lässt sich nicht ein Teil eines elementaren Körpers denken, der nicht die Eigenschaften des Ganzen habe ...... Hieraus ergiebt sich von selbst, dass man

---

[1]) Ebenda S. 66. Er scheint daher kaum die scharfen Vorwürfe zu verdienen, die viel später gegen ihn gerichtet worden sind, in einer Zeit, wo die theoretischen und experimentellen Hilfsmittel der Elektrochemie unverhältnismässig reicher waren. So perhorresciert noch im Jahre 1878 Hittorf „die sogenannte elektrische Spannungsreihe, in welche die von falschen Ideen geleitete Phantasie des schwedischen Forschers die elementaren Stoffe ordnen wollte und welchen die thatsächlichen Verhältnisse so sehr widersprechen.“ Wiedemann's Ann. 4, 416.

[2]) Lärbok i Kemien III, 71, 1818.

ohne eine Corpuskulartheorie keinen Begriff von der elektrischen Polarität in den Körpern haben kann. Bei der Annahme aber, dass die Körper, wie schon oben angeführt, aus Atomen bestehen, können wir uns vorstellen, dass ein jedes dieser Atome eine elektrische Polarität besitze, von welcher die elektrochemischen Erscheinungen in der ganzen Masse abhängen"[1]). Nachdem es sich aber erwiesen hatte, dass diese allgemeine elektrische Polarität an und für sich unzureichend war, die Ursache der elektrochemischen Erscheinungen zu erklären, nimmt er weiter in Anschluss an ERMAN an, dass in den kleinsten Teilchen eines jeden Körpers eine specifische Unipolarität existiere, „infolge welcher bei den einen der positive, bei den anderen der negative Pol vorherrscht"[2]). Da indessen seiner Aufmerksamkeit nicht entgangen war, dass bisweilen ein Körper sich eher mit einem anderen von gleicher als mit einem dritten von entgegengesetzter Unipolarität verbindet, so folgert er, dass es noch einen Faktor geben müsse, der neben der Unipolarität den Verwandtschaftsgrad der Körper bedinge. Als dieser Faktor wird nun „die Intensität ihrer Polarität im allgemeinen" bezeichnet. So kann man z. B. Sauerstoff leichter mit Schwefel als mit Blei verbinden; „denn wenn auch die beiden ersteren dieselbe Unipolarität haben, so neutralisiert doch der positive Pol des Schwefels ein grösseres Quantum negativer Elektricität im vorherrschenden Pole des Sauerstoffs, als der positive Pol des Bleies neutralisieren kann"[3]). Durch diese Annahmen — BERZELIUS nennt sie Vermutungen — wird also ein naher Kausalzusammenhang zwischen der Elektricität und der chemischen Affinität hergestellt: die Elektricität wird zum primum movens jeder chemischen Wirkung[4]).

---

[1]) Lärbok i Kemien III, 72.

[2]) Ebenda S. 73.

[3]) Ebenda.

[4]) „Alles, was Wirkung der sogenannten Wahlverwandtschaft (BERGMAN's attractio electiva) zu sein scheint, wird nur durch eine in gewissen Körpern stärker, als in anderen, vorhandene elektrische Polarität bewirkt." Und wenn zwei polarische Partikel mit entgegengesetzten Polen in Kontakt geraten, so besteht ihre chemische Vereinigung in der Ausgleichung

Hierdurch glaubt nun Berzelius den richtigen Erklärungsgrund gefunden zu haben für den von den Chemikern des achtzehnten Jahrhunderts und wohl zunächst von Lavoisier überkommenen Dualismus, den er selbst weiter entwickelt hatte. Dieser erscheint nicht mehr als eine Willkür der Natur, sondern als eine logische Konsequenz der fundamentalen Eigenschaften der Elemente [1]). In so scharfsinniger Weise verstand Berzelius, die aus verschiedenen Zeiten und verschiedenen Schulen herrührenden Theorien so zu „verweben", dass sie sich nicht nur gegenseitig erklären und ergänzen, sondern gleichsam wie aus einem Guss erscheinen und vor dem Leser als ein vollkommen einheitliches System hintreten.

Auch kann es nicht Wunder nehmen, dass diese Kombination von Dualismus und elektrochemischer Theorie der Mitwelt als Kernpunkt der chemischen Lehre Berzelius' erschien, denn gerade die Verschmelzung zweier jeder für sich schon bekannten, wenn auch etwas modifizierten Theorien war

---

der Elektricitäten dieser beiden Pole, jedoch ist das zusammengesetzte Atom noch immer polarisch durch die Elektricitäten der beiden anderen Polen (S. 80) und hat seinerseits das Vermögen, mit anderen Körpern eine chemische Verbindung einzugehen.

[1]) „Wenn", so meint er, „die elektrochemischen Ansichten, die ich im vorhergehenden angeführt habe, richtig sind, so folgt daraus, dass jede chemische Verbindung einzig und allein von zwei entgegengesetzten Kräften, der + und der — Elektricität, abhängt, und dass also jede Verbindung aus zwei, durch die Wirkung ihrer elektrochemischen Reaktion vereinigten Teilen zusammengesetzt sein muss, da es keine dritte Kraft giebt. Hieraus folgt, dass jeder zusammengesetzte Körper, welche auch die Anzahl seiner Bestandteile sein mag, in zwei Teile geteilt werden kann, wovon der eine +, der andere — elektrisch ist. So z. B. ist das schwefelsaure Natron nicht aus Schwefel, Sauerstoff und Natrium zusammengesetzt, sondern aus Schwefelsäure und Natron, die wiederum jedes für sich in einen elektro-positiven und einen elektro-negativen Bestandteil geteilt werden können. Ebenso kann auch der Alaun nicht als unmittelbar aus seinen einfachen Bestandteilen zusammengesetzt betrachtet werden, sondern er ist zu betrachten als das Produkt der Reaktion der schwefelsauren Thonerde, als negativen Elementes, auf das schwefelsaure Kali, als positives Element, und so rechtfertigt auch die elektrochemische Ansicht das, was ich über die zusammengesetzten Atome der ersten, zweiten, dritten etc. Ordnung gesagt habe. Lärbok i Kemien III, 82, 83, 1818.

darin das neue Moment und somit am meisten geeignet, die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Die Bezeichnungen elektrochemisch und dualistisch wurden darum auch bald gäng und gäbe, wenn es galt, mit wenigen Worten die Berzelius'sche Theorie zum Unterschiede von früheren oder späteren zu charakterisieren. Durch die Suggestion, die oft ein blosser Name ausübt, pflanzte sich diese Auffassung auch auf die Nachwelt fort und dürfte bis auf den heutigen Tag die gebräuchliche sein [1]). Und doch sind diese Epitheta, gleichviel ob man sie im Zusammenhange oder jedes für sich anwendet, keineswegs Ausdrücke, welche den zu bestimmenden Begriff, auch nur annähernd, erschöpfen. Es lässt sich — wie schon oben angedeutet — nicht leugnen, dass lange vor Berzelius eine dualistische Auffassung existierte. Sie herrschte sogar gleichzeitig in sonst feindlichen Lagern, wie bei den Phlogistikern und den Anhängern Lavoisier's. Auch ist bekannt, dass andere dualistische Systeme sich etwa zu derselben Zeit wie das Berzelianische entwickelten. Winterl's abenteuerliche Andronia-Theorie war ein solches im hohen Grade dualistisches System [2]). Ähnlichen Verhältnissen begegnen wir andrerseits auch innerhalb der Elektrochemie. Davy hatte seine elektrochemische Theorie 1807 aufgestellt; Schweigger 1812 eine andere, die sogenannte krystallelektrische Theorie, worin wir sogar einige Punkte wiederfinden, die später für die Elektrochemie Berzelius' als besonders charakteristisch galten: ein solcher ist die Lehre von der Polarität der kleinsten Teilchen der Materie; ein anderer die Annahme von verschieden grossen Ladungen oder Elektricitätsmengen in diesen Teilchen [3]). Wer weiss endlich nicht, dass wir in der modernen Dissociationstheorie ein System haben, das gleichzeitig dualistisch und elektrochemisch ist in völliger Übereinstimmung mit dem Ber-

---

[1]) So spricht der hervorragende Berzelius-Kenner Blomstrand noch in der 4. Auflage seines Lehrbuches (1897) von der elektrochemischen Theorie Berzelius', „die stets als für sein chemisches System vorzugsweise bezeichnend angesehen wurde“. Kort lärobok i oorganisk kemi. S. 64.

[2]) Siehe Kopp, Geschichte der Chemie, II. 283.

[3]) Ebenda II, 338.

zelius'schen trotz der wesentlichen Verschiedenheiten, die zwischen den beiden sonst bestehen [1]). Kurz, elektrochemische und dualistische Theorien haben sowohl vor dem Berzelius-schen System, gleichzeitig mit ihm, wie auch nach demselben existiert. Will man nun die für dieses System gerade charakteristischen Eigentümlichkeiten hervorheben, so muss man also zugestehen, dass die genannten Ausdrücke nicht völlig prägnant sind. Vielmehr hat man den Kernpunkt des Systemes anderswo zu suchen, nämlich in der auffallenden, alles beherrschenden Centralstellung, die dort dem Sauerstoff zugewiesen ist, und die ihren kurzen und klassischen Ausdruck erhielt in dem bekannten Satze: „der Sauerstoff ist der Mittelpunkt, um den sich die ganze Chemie dreht [2])", ein Ausdruck, der zwar anfänglich auf einen speciellen Fall hinzielte, nämlich auf die Bestimmung der Atomgewichte, der aber mit Recht auf das ganze Lehrgebäude bezogen werden kann. Es ist der teils bewusste, teils unbewusste, immer aber leitende Grundgedanke, welcher für das gesamte theoretische Wirken Berzelius' von Anfang bis zu Ende massgebend war. Nur von diesem Gesichtspunkte aus lässt sich seine sonst oft schwer zu deutende Haltung in einer Menge wissenschaftlicher Streitfragen ungezwungen erklären, so z. B. in den Fragen von der elementaren Natur des Chlors, der Zusammensetzung des Ammoniaks und in späteren Jahren von dem Radikalbegriff u. s. w. Diese Idee erweist sich ebenfalls als ein Erbstück Lavoisier's, und es giebt vielleicht kein anderes Gebiet, wo Berzelius ebenso scharf als Vollender des unfertigen Lavoisier'schen Werkes hervortritt.

Lavoisier hatte das Phlogiston gestürzt, aber nur um dem Sauerstoff eine ebenso dominierende Stellung in der Wissen-

---

[1]) Die Anstrengungen, welche dann und wann gemacht worden sind, die Dissociationstheorie als eine Rückkehr zur Berzelius'schen Lehre auszugeben und dem schwedischen Meister so wenigstens einen Teil der Ehre zu vindizieren, die den Vertretern jener Theorie zu Teil geworden, dürften, trotz ihrer augenscheinlich wohlmeinenden Tendenz, höchstens als Kuriosa zu betrachten sein. Die wissenschaftliche Ehre Berzelius' ist gross genug, um fremden Glanz entbehren zu können.

[2]) Lärbok i Kemien III, 99, 1818. Vgl. Gilb. Ann. 46, 154 (1814): „Wenn wir nun das Gewicht des Sauerstoffgas, das Centrum aller Chemie, als Einheit annehmen" etc.

schaft zuzuteilen. Von wie vorurteilsfreier und moderner Denkart er sich auch in vieler Hinsicht erwies, war es ihm doch nicht gelungen, sich von gewissen älteren Anschauungen vollständig freizumachen[1]). Eine solche Anschauung, deren Ursprung sich bis in die Blütezeit der Alchemie verfolgen lässt, war die Vorstellung von einem gemeinsamen „Prinzip“ für Körper mit ähnlichen Eigenschaften. Phlogiston war früher ein solches Prinzip. Nunmehr wurde es der Sauerstoff, und zwar zunächst für die Klasse von Körpern, woran der ihm von LAVOISIER erteilte Name erinnert: l'oxygène = „le principe acidifiant, la substance qui constitue l'acidité“[2]). Und LAVOISIER ist von der Richtigkeit dieser Auffassung so überzeugt, dass er nicht einen Augenblick zögert, den Sauerstoff als Bestandteil auch in solchen Säuren anzunehmen, wo man ihn experimentell nicht nachweisen konnte[3]) Die Bedeutung des Sauerstoffs für das LAVOISIER'sche System ist hiermit nicht erschöpft. Indem dieser Grundstoff auch für die Oxyde ein gemeinsames Prinzip ist, spielt er eine keineswegs geringere Rolle bei der Salzbildung: „les métaux ne peuvent se combiner avec les acides, qu'autant qu'ils ont été préalablement plus ou moins

---

[1]) Damit die Wahrheit seines eigenen Satzes beweisend: „dans les sciences comme dans la morale il est difficile de vaincre les préjugés dont on a été originairement imbu“. Traité élémentaire I, 101.

[2]) Traité élém. Disc. préliminaire XXI.

[3]) Es ist interessant, die Sicherheit, mit welcher er diese verhängnisvolle Verallgemeinerung durchführt, mit den reservierten, ja beinahe zaghaften Redewendungen zu vergleichen, in welchen er die Zerlegung der Alkalien und Erdarten in Sauerstoff und eine „base oxidable“ vorhersagt. An der einen Stelle heisst es: „Quoiqu'on on ne soit encore parvenu ni à composer, ni à décomposer l'acide qu'on retire du sel marin, on ne peut douter cependant qu'il ne soit formé, comme tous les autres, de la réunion d'une base acidifiable avec l'oxygène“. Traité élém. I, 75. Und an anderer Stelle: „Cette considération sembleroit appuyer ce que j'ai précédemment avancé à l'article des terres, que ces substances pourroient bien n'être autre chose que des métaux oxidés avec lesquels l'oxygène a plus d'affinité qu'il n'en a avec le charbon, et qui par cette circonstance sont irréductibles. Au reste ce n'est ici qu'une conjecture que des expériences ultérieures pourront seules ou confirmer ou détruire“. Ebenda S. 180 vgl. S. 195.

oxygénés"[1]). Und weiter: „l'oxygène est donc le moyen d'union entre les métaux et les acides"[2]).

Was das eigentlich zu besagen hat, geht hervor aus der Erwägung, dass von den ca. 900 Substanzen, die LAVOISIER in seinen Traité élémentaire aufnimmt, nicht weniger als ungefähr 830 Säuren, Basen oder Salze, und dass 33 der übrigen Grundstoffe sind (darin sind die 2 Imponderabilien mit eingerechnet). Die Verbindungen, die keiner dieser genannten Gruppen angehören, belaufen sich also auf ungefähr nur 30 (wovon die überwiegende Anzahl Schwefelmetalle). Ihre Zahl ist so gering, dass sie eher wie Ausnahmen von einer allgemeinen Regel dastehen. Betrachtet man sie von diesem Gesichtspunkte aus, so kann man sich kaum über die geringe Aufmerksamkeit wundern, womit sie behandelt worden sind. Ihre raison d'être innerhalb des antiphlogistischen Systems erhalten sie eigentlich nach dem Grade ihrer Oxydationsfähigkeit, d. h. ihrer Fähigkeit, „zusammengesetzte Radikale" zu bilden und in dieser Form in Säuren oder Oxyden „à base double et triple" aufzugehen[3]).

Besonders bezeichnend für den Standpunkt LAVOISIER's ist folgender Passus: „J'appelle binaires les combinaisons des substances simples avec l'oxygène" (!)[4]). Angenommen, dass dieser Satz nur als Lapsus calami aufzufassen und vom Verfasser selbst nach genauerem Durchdenken in milderer Form ausgedrückt worden wäre, so bildet er immerhin ein interessantes Zeugnis von der Richtung seines Gedankenganges.

Manches in der LAVOISIER'schen Sauerstofftheorie macht den Eindruck eines blossen Entwurfes. Vor allem ist die Rolle, die der Sauerstoff in den salzbildenden Basen (les bases salifiables) spielt, etwas unklar. Er wird im allgemeinen nur als gemeinsames Prinzip für diese bezeichnet. Eine eigentliche Erklärung, warum derselbe Grundstoff, der in den Säuren das sauermachende Prinzip bildet, hier Träger ganz entgegengesetzter

---

[1]) Traité élém. I, 176.

[2]) Ebenda S. 179.

[3]) „Nous avons fait voir que les substances combustibles simples étoient susceptibles de se combiner les unes avec les autres, pour former des corps combustibles composés." Traité élémentaire I, 123.

[4]) Ebenda S. 207.

Eigenschaften wird, findet man nicht. Man muss BERZELIUS beipflichten, wenn er — allerdings in einem anderen Zusammenhange sagt: „LAVOISIER wurde von einer unvollendeten Entwickelung seiner Ideen fortgerissen; was hätte nicht aber die Wissenschaft erwarten können, wenn diesem ungewöhnlichen Manne, der zuerst beobachtete, was seine Zeitgenossen erst nach langen Streitigkeiten erkennen konnten, die Benutzung der Mittel zu Gebote gestanden hätte, welche heute die vervielfältigten Erfahrungen und erstaunenswürdigen Entdeckungen dem theoretischen Chemiker darbieten [1])!"

Während des ersten Decenniums nach dem jähen Tode LAVOISIER's hatte seine Lehre kaum eine wesentliche Entwickelung aufzuweisen. Von seinen nächsten Anhängern widmete sich GUYTON DE MORVEAU vorzugsweise Fragen mehr formeller Natur und FOURCROY trug durch seine Schriften eher zur Ausbreitung des antiphlogistischen Systems als zur Ausbildung desselben bei. Die wichtigste theoretische Erscheinung in jener Zeit war ohne Zweifel BERTHOLLET's Arbeit über die chemische Affinität und der durch dieselbe hervorgerufene Streit mit PROUST. Allein diese Frage lag schon etwas abseits von dem Wege LAVOISIER's. Dasselbe gilt in gewisser Hinsicht von den weittragenden Spekulationen RICHTER's, die jedenfalls von den Zeitgenossen wenig beachtet wurden. KLAPROTH, der neben RICHTER unstreitig der hervorragendste Vertreter der damaligen deutschen Chemie war, zeichnete sich bekanntlich — ebenso wie der ihm in wissenschaftlicher Hinsicht nahe stehende VAUQUELIN — weniger als Theoretiker denn als geschickter Experimentator und glücklicher Entdecker aus. Und wenden wir uns zu den Chemikern Englands, so war der Mann, der dort schnell zu einer führenden Stellung gelangte, ein viel zu origineller Geist, um ein Werk zu vollbringen, an welches vor ihm schon ein anderer die Hand angelegt. Besonders begeistert von LAVOISIER und dem antiphlogistischen System überhaupt war HUMPHRY DAVY übrigens niemals. Er schloss sich an dieses, wie er selbst sagt, weniger an, weil er von dessen Richtigkeit überzeugt war, als

[1]) Lärbok i Kemien III, 50, 1818.

darum weil es kein besseres gab [1]). So geschah es, dass während einer Reihe von Jahren niemand unmittelbar auf dem von Lavoisier gelegten Grund weiterbaute, obwohl seine Theorie schnell allgemeine Anerkennung fand. Erst Berzelius nahm — seit 1808 — den Faden der Entwickelung der Chemie dort wieder auf, wo ihn die Frevelthat von 1794 gewaltsam abgerissen hatte. Er liess es bei einem enthusiastischen Anschluss an die Lavoisier'schen Lehren oder bei einer passiven Bewunderung derselben nicht bewenden, sie wurden für ihn vielmehr der Antrieb zu fortgesetzter Thätigkeit in gleicher Richtung. Vor allem gilt dies von der Sauerstofftheorie, als deren Ritter ohne Furcht und Tadel er schon von Anfang an auftrat, was ihn allerdings zu seinen grössten Siegen, jedoch auch zu seinen grössten Niederlagen führte.

Bereits seit dem Beginn seiner Thätigkeit als Theoretiker betont Berzelius scharf die Sonderstellung des Sauerstoffs im Verhältnis zu den übrigen Grundstoffen. Im ersten Bande seines Lehrbuches (1808) teilt er die einfachen (wägbaren) Körper in zwei Hauptklassen ein; die eine enthält den Sauerstoff allein, die andere alle übrigen sogen. brennbaren Körper (= les combustibles) „die sich mit dem Sauerstoff verbinden können [2])." Es ist, wie man sieht, ganz die Anschauungsweise Lavoisier's, nur in, wenn möglich, noch prägnanterer Form. Noch in einem weiteren Punkte sprach sich Berzelius schon damals schärfer aus als Lavoisier. Dieser hatte sich damit begnügt, den Sauerstoff als einen niemals fehlenden Bestandteil der Säuren hinzustellen; hinsichtlich der Basen hatte er sich dagegen, wie wir gesehen haben, etwas mehr reserviert geäussert. Berzelius, der sich nun auf Davy's Entdeckungen sowie auf seine eigenen Versuche stützen kann, zögert nicht, noch weiter zu gehen: selbst in den Fällen, wo die experimentellen Beweise noch fehlen oder lückenhaft sind, bringt er unzweideutig die Überzeugung zum Ausdruck, dass „alle Körper welche Salzbasen werden können, aus Sauerstoff und einer metallartigen Basis bestehen,[3])" genau so wie seinerzeit Lavoisier

[1]) Philosophical Transactions 1808, 303.
[2]) Lärbok i Kemien I, 86, 1808.
[3]) Lärbok i Kemien I, 240.

hinsichtlich der Säuren gethan. Hieraus folgte allerdings notwendig, dass die Ansicht über den Sauerstoff als säurebildendes Prinzip aufgegeben werden musste; es ist aber einleuchtend, dass die Centralstellung dieses Stoffes hierdurch nur an Umfang und Bedeutung gewinnen konnte. Übrigens hebt Berzelius diese Konsequenz im ersten Teile des Lehrbuches noch nicht ausdrücklich hervor; dies ist, wie oben angedeutet, erst im zweiten der Fall, wo im Zusammenhang mit der Behandlung des elektrochemischen Gegensatzes die Eigenschaft, Basen oder Säuren zu bilden, auf die brennbaren Grundstoffe selbst zurückgeführt wird [1]). Dass unter diesen Umständen der Lavoisier'sche Satz von der Rolle des Sauerstoffs bei der Salzbildung und speciell bei der Metallauflösung als Verbindungsglied zwischen Säure und Metall aufrecht erhalten wird, versteht sich von selbst [2]). Die drei grossen Kategorien: Säuren, Basen und Salze, die damals wenn auch nicht das ganze, so doch wenigstens den bei weitem grössten Teil des erforschten chemischen Gebietes repräsentierten, waren sonach der unumschränkten Herrschaft des Sauerstoffs untergeordnet. Besonders charakteristisch ist es, dass den wenigen bekannten Verbindungen von brennbaren Stoffen untereinander überhaupt keine selbständige Stellung im System eingeräumt worden ist, was schon ein Blick auf das Inhaltsverzeichnis zur Genüge beweist [3]). Sie werden wie eine Art Anhängsel mit den einfachen Stoffen behandelt, während den Sauerstoffverbindungen dagegen je eine besondere Abteilung angewiesen worden ist. — Welche Ansicht man hinsichtlich dieser Sauerstofftheorie auch hegen mag, so kann man nicht umhin, die Konsequenz, mit der sie durchgeführt worden ist, zu würdigen, eine Konsequenz, die noch mehr hervortrat, seitdem diese Theorie durch Aufnahme der elektro-

---

[1]) Lärbok i Kemien II, 552, 553, 1812.

[2]) Dies ist sogar auf noch umfassendere Weise ausgedrückt: „Sie (die Metalle) haben die gemeinsame Eigenschaft . . . . ., dass sie weder mit einem Sauerstoff enthaltenden Körper verbunden noch von einem solchen aufgelöst werden können, ohne vorher oder gleichzeitig oxydiert zu werden." Lärbok i Kemien, II. 4, 1812.

[3]) In Lavoisier's Traité hatten sie wenigstens ihre besonderen Tabellen.

chemischen und atomistischen Anschauungen an Einheit und innerem Zusammenhang gewonnen.

Von den zahlreichen Beschuldigungen, denen das sogen. BERZELIUS'sche System seitens der Nachwelt ausgesetzt war, ist es besonders eine, die sich vor andern durch die Stetigkeit und die Bitterkeit auszeichnet, mit der sie erhoben worden ist. Es ist dies der Vorwurf, die Oxyde anstatt der Metalle als die nächsten positiven Bestandteile der Salze aufgefasst und dadurch den Fortschritt der Wissenschaft aufgehalten zu haben. Nicht selten sogar hört man, wie BERZELIUS persönlich für diesen verhängnisvollen Missgriff verantwortlich gemacht wird, einen Missgriff den man mit Vorliebe von der Zeit datiert, wo er zusammen mit HISINGER die Untersuchung über die Elektrolyse der Salze ausführte und die Erscheinungen, die sich ihren Augen darboten, fälschlich deutete. Was hin und wieder noch ausser BERZELIUS verantwortlich gemacht wird, ist — der Zufall. Es war ein unglücklicher Zufall, sagt man, dass BERZELIUS gerade und vorzugsweise die Alkalisalze zum Gegenstand seiner Versuche machte; hätte er anstatt dieser die Salze der Schwermetalle gewählt, so würden seine theoretischen Ansichten ganz gewiss eine andere Richtung erhalten haben [1]).

---

[1]) Unter denjenigen, die in letzter Zeit dieser oder einer ähnlichen Auffassung Ausdruck gegeben haben, nimmt besonders der Verfasser des rühmlichst bekannten Werkes „Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre“ eine hervorragende Stellung ein. Er sagt in Bezug darauf folgendes: „Sehr wesentlich für die Beschaffenheit der Schlüsse ist der Umstand, dass sie (BERZELIUS und HISINGER) fast ausschliesslich die Salze der Alkalien und der alkalischen Erden zu ihren Versuchen benutzten; dadurch hielten sie die Erscheinungen, welche diese Stoffe zeigten, für die typischen und gestalteten ihre allgemeinen Vorstellungen darnach. Hätten sie an Stelle der Salze der Leichtmetalle die der Schwermetalle der Untersuchung zu Grunde gelegt, so wären sie zu einer ganz anderen Auffassung der Vorgänge gelangt, und zwar zu einer, die viel besser mit den übrigen chemischen Thatsachen in Einklang zu bringen war, als die von ihnen gewählte. Der fragliche Unterschied besteht darin, dass bei der Zersetzung der Salze der Leichtmetalle nicht die Stoffe, welche von der Elektricität nach den Polen geführt werden, sich auch dort ausscheiden, sondern andere, die sich aus jenen unter dem Einflusse des Lösungswassers bilden. Wegen des Auftretens der letzteren an den Polen nahmen BERZELIUS und HISINGER ohne nähere Untersuchung sie auch für die eigent-

Um nicht auf die umstrittene Frage einzugehen, inwieweit der Zufall in der historischen Entwickelung eine Rolle spielt, möge hier nur hervorgehoben werden, dass BERZELIUS das elektrolytische Verhältnis der „Metallsalze" keineswegs übersah, dasselbe vielmehr sehr wohl kannte. Die Ursache, dass er „Neutral- und Mittelsalze" zu Versuchsobjekten wählte, dürfte vielmehr darin zu suchen sein, dass die Salze der schweren Metalle schon verhältnismässig eingehend untersucht waren. Und seine sicherlich auf Autopsie gegründete Kenntnis der Zersetzungsprodukte dieser Salze hindert ihn keineswegs, auch hier die Elektrolyse in Übereinstimmung mit der dualistischen Oxydtheorie zu deuten. Der natürlichste Erklärungsgrund für seine Deutung dürfte daher gerade darin liegen, dass er mit einer schon vorgefassten Meinung über den Bau der Salze an die Arbeit ging. Hätte er geglaubt, dass die „Metallsalze" etwa primär in Säure und Oxyd zerfallen ebenso wie die Neutralsalze und dass die Oxyde nachher einer sekundären Zerlegung in Metall und Sauerstoff unterliegen, so würde man mit einiger Wahrscheinlichkeit haben sagen können, dass seine bei der fraglichen Untersuchung gewonnene Erfahrung für seine allgemeine Auffassung von der Konstitution der Salze bestimmend war. Wie wir aber schon aus dem vorhergehenden ersehen, verhielt es sich keineswegs so. Vielmehr betrachtete er auch das Metall als ein primäres Zersetzungsprodukt: vorzugsweise das Oxyd der Metallsalze ist Gegenstand der Einwirkung des Stromes, während die Säure nur als Lösungsmittel dient[1]), was freilich nicht hindert, dass auch sie wiederum zersetzt werden kann (n. b. nachdem sie durch Absonderung des Metalls und des Oxydsauerstoffs frei geworden ist). Diese Auffassung mag

---

lichen Bestandteile der zersetzten Salze, und dadurch wurde in die Theorie der Chemie einer der erfolgreichsten Irrtümer eingeführt, dessen Beseitigung später nur unter den grössten Anstrengungen und unter dem Verlust eines grossen Teiles von dem wohlerworbenen Ansehen BERZELIUS' möglich war. Wenn dagegen die Salze von Schwermetallen untersucht worden wären, so wäre das Metall als der eine Bestandteil der Salze erkannt worden, und als anderer Bestandteil hätte dann notwendig das Halogen oder der Säurerest aufgefasst werden müssen." Elektrochemie etc. S. 317.

[1]) Afhandl. i Fysik etc. I, 36.

vielleicht eigentümlich, und in gewissem Grade inkonsequent erscheinen, wir müssen jedoch in Betracht ziehen, dass den Chemikern jener Zeit, d. h. vor der Zerlegung der Alkalien und der Erden, nicht dieselben Voraussetzungen gegeben waren, wie sie sich uns darbieten, um die Salze von einem einheitlichen Gesichtspunkt aus zu betrachten.

Übrigens wäre es sehr merkwürdig gewesen, wenn sich Berzelius, der sich in so vieler Hinsicht von Lavoisier's Auffassung hat beeinflussen lassen, gerade in einer so wichtigen Frage wie die vorliegende (d. h. betreffs der Zusammensetzung der Salze) diesem Einfluss noch bis zum Jahre 1803 hätte entziehen können. Und Lavoisier hat mit unverkennbarer Deutlichkeit die Säuren und Basen nicht nur als Komponenten sondern als fortdauernde Bestandteile der Salze bezeichnet [1]). Er deutet sogar an, dass diese Ansicht nicht ganz neu, sondern unter den zeitgenössischen Chemikern schon damals ziemlich verbreitet sei. In der That ist sie eines der wenigen Erbstücke, welche die Antiphlogistiker von ihren Vorgängern, in erster Linie von Bergman, übernommen haben. Unter solchen Umständen lässt es sich mit der historischen Gerechtigkeit nicht ganz vereinbaren, Berzelius allein für eine Auffassung verantwortlich zu machen, die erweislich schon bei einer früheren Generation Wurzel gefasst hatte.

Zwar kann nicht bestritten werden, dass Berzelius viel zu der Ausbreitung und dem Fortbestand jener Auffassung beigetragen hat. Die Ursache aber, dass ihm dies gelang, dürfte eben darin zu suchen sein, dass der Boden von vornherein für ihre Aufnahme bereit war, und zwar von keinen geringeren Forschern als Bergman und Lavoisier. Und wo liegt das Geheimnis des grossen Einflusses, den Berzelius in den Tagen seiner Manneskraft wie keiner vor ihm auf die Mitwelt ausübte, wenn nicht gerade darin, dass er in so hohem Grade ein Kind seiner Zeit war, dass er ihr — in den meisten Fällen wenigstens — gerade das gab, was sie bedurfte, aber dabei nicht mehr als sie sich aneignen konnte? Übrigens hat

---

[1]) Traité élémentaire I, 193; Oeuvres de Lavoisier II, 509—527, Paris 1862; vgl. Kopp, Geschichte der Chemie III, 80.

man sich ja schon damals keineswegs verhehlt, dass auch eine andere Lösung des Salzproblems denkbar sei. Die Theorie von den Wasserstoffsäuren zieht sich wie eine anfangs schwache, aber stets sichtbare, endlich immer stärker werdende Gegenströmung durch die ganze BERZELIUS'sche Periode, von DAVY und DULONG bis zu LIEBIG. Dass sie trotzdem noch nicht durchdringen konnte, dürfte wohl weniger auf mangelhafter Fähigkeit ihrer Vertreter beruhen — DAVY war wohl in dieser Hinsicht BERZELIUS ziemlich ebenbürtig — als vielmehr darauf, dass die Zeit für ihre Durchführung noch nicht reif war. Besonders gilt dies für den hier in erster Linie zu besprechenden Zeitabschnitt, nämlich die beiden ersten Decennien dieses Jahrhunderts.

An der von LAVOISIER übernommenen Sauerstofftheorie hielt BERZELIUS Zeit seines Lebens treu fest. Zusammen mit dem unzertrennlich mit ihr verknüpften Dualismus bildet sie den Grundstock seiner theoretischen Auffassung. Gleichzeitig ist sie der älteste Teil seines Lehrgebäudes. In ihrer ursprünglichen Form kann man sie im ersten Bande seines Lehrbuches[1]) kennen lernen, wo sie noch nicht mit Zusätzen späteren Datums vermischt ist. Und auch nachdem sie in der Folge die elektrochemische Theorie in sich aufgenommen, blieb sie stets der wesentlichste Inhalt des Systems. Die elektrochemische Auffassung bezweckte eher, für den auf der Sauerstofftheorie begründeten Dualismus eine Erklärung zu geben als daran etwas abzuändern. Hätte diese elektrochemische Theorie kurz nach ihrem Hervortreten sich als unrichtig erwiesen oder aus andern Gründen keinen allgemeinen Anklang gefunden, so würde dies aller Wahrscheinlichkeit nach auf den Fortbestand der dualistischen Sauerstofftheorie nur wenig eingewirkt haben. Wäre nämlich die chemische Verwandtschaft nicht durch die Elektricität zu erklären gewesen, so hätte man nach einem andern Erklärungsgrunde gesucht oder auch sie überhaupt nicht erklärt. Ebenso wie die Sauerstofftheorie vor der elektrochemischen bestanden hat, hätte sie auch nachher bestehen können. — wie das später in der That geschah. Seit der Entdeckung

---

[1]) Stockholm 1808.

des Gesetzes von FARADAY wurde es klar, dass man im Kaliumatome keine grössere Elektricitätsmenge annehmen dürfte als im Silberatom; die Unzuverlässlichkeit der Unterlage, worauf sich die elektrochemische Theorie von BERZELIUS stützte, war demnach physikalisch bewiesen. Damit war aber keineswegs das Signal zum Sturz des ganzen Systems gegeben. Noch 10 Jahre später, 1844, konnte KOPP schreiben: „Die BERZELIUS'sche Theorie ist die noch von den meisten Chemikern angenommene [1].“ Und als das System schliesslich doch fiel, geschah dies, wie wir wissen, aus ganz anderen Ursachen. Die elektrochemische Theorie BERZELIUS' als das hauptsächliche Characteristicum seines chemischen Systems zu bezeichnen, entspricht daher kaum den Thatsachen.

So lange er konnte, versuchte BERZELIUS, die Sauerstofftheorie in ihrem ganzen ursprünglichen Umfang aufrecht zu halten. Die Entdeckung, — zu welcher er selbst wesentlich beigetragen — dass nämlich auch der mit dem Sauerstoff nahe verwandte Schwefel dessen Rolle in den Säuren, Basen und Salzen übernehmen könne, scheint er eigentlich niemals als eine Einschränkung seines Systems aufgefasst zu haben. Vorzugsweise in den beiden Fragen betreffs der elementaren Natur der Salzsäure und des Stickstoffs sah er sich gezwungen, auf Kosten der Sauerstofftheorie wirkliche Konzessionen zu machen. Die Streitigkeiten die der Entscheidung vorangingen, sind interessant als Beweis für die Beharrlichkeit, mit welcher er, so lange es anging, aus der Auffassung LAVOISIER's die Konsequenzen zu ziehen suchte.

LAVOISIER's Hypothese von der Natur der Salzsäure und des Fluorwasserstoffs ist allgemein bekannt. Sie ist auch im vorhergehenden erwähnt und citiert worden [2]). Wir haben gesehen, wie LAVOISIER, früh von der allgemeinen systematischen Bedeutung des Sauerstoffs überzeugt, ex analogia den Schluss folgerte, dass diese beiden Säuren Verbindungen von unbekannten Radikalen (les radicaux muriatique et fluorique) und Sauerstoff seien. Der Sauerstoffgehalt des Chlors wurde daraus eine unmittel-

[1]) Geschichte der Chemie II, 340.
[2]) Siehe S. 92.

bare Folge. Ebenso wie dieser Körper für seinen Entdecker SCHEELE, und für STAHL's Anhänger im allgemeinen, dephlogistizierte Salzsäure war, wurde er für LAVOISIER l'acide muriatique oxygéné, eine höhere Oxydationsstufe des muriatischen Radikals. Diese im Traité élémentaire an vielen Stellen ausgesprochene Auffassung ging in unveränderter Form in BERZELIUS' Lehrbuch der Chemie über. Im ersten Teile spricht er sich über die unter der Rubrik „Säuren mit unbekannter Basis" angeführte Salzsäure folgendermassen aus: „Es ist bisher auf keine Weise gelungen, diese Säure von ihrem Sauerstoff zu trennen oder sie auf eine niedrige Oxydationsstufe zu bringen [1])." Dass die Salzsäure wirklich Sauerstoff enthalte, wurde nunmehr offenbar als selbstverständlich betrachtet, so dass eine Diskussion hierüber überflüssig schien. An Anzeichen für das Bestehen einer entgegengesetzten Auffassung hatte es früher allerdings nicht gefehlt. Von BERTHOLLET wurden schon im Jahre 1789 die Blausäure und die Hydrothionsäure als Beispiele sauerstoff-freier Säuren angeführt [2]). Es gelang ihm jedoch nicht, seiner Stimme Geltung zu verschaffen; sie wurde vielmehr vom Jubel der sich um den Triumphwagen der antiphlogistischen Theorie scharenden Sieger übertönt. BERTHOLLET hatte übrigens seine Auffassung nicht auch auf die Salzsäure ausgedehnt, sondern schon einige Jahre früher [3]), gestützt auf eigene Beobachtungen über das Verhalten des Chlorwassers im Sonnenlicht, in betreff des gegenseitigen Verhältnisses des Chlors und der Salzsäure Ansichten ausgesprochen, die mit den später von LAVOISIER im Traité entwickelten fast ganz übereinstimmen. Die Frage über die Natur des angeblichen Radikals der Salzsäure hatte LAVOISIER selbst offen gelassen. Dieses Gebiet wurde später ein Tummelplatz für mehr oder weniger abenteuerliche Spekulationen. PACCHIANI z. B. nahm an (1805), dass das Radikal Wasserstoff und Sauerstoff enthielte und glaubte in der vermeintlichen Entstehung von Salzsäure bei der Elektrolyse des Wassers eine Stütze für seine

---

[1]) Lärbok i Kemien I, 343, 1808.
[2]) KOPP, Geschichte der Chemie III, 18; Mém. de l'Académie 1787, 148.
[3]) KOPP, Gesch. III, 353; Mém. de l'Académie, 1785, 276.

Behauptung zu erhalten [1]. BERTHOLLET, ebenfalls durch eine weniger genaue Beobachtung irre geführt, hatte Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff als Bestandteile des Salzsäureradikals angegeben (1800) [2], andere Beispiele zu verschweigen.

BERZELIUS überlässt (1808), ebenso wie LAVOISIER, die Lösung dieser Frage der Zukunft. Zwar referiert er auch die beiden letztgenannten Ansichten, ohne jedoch denselben irgend welchen Wert beizulegen [3]. Im übrigen hat er die LAVOISIER'sche Auffassung insofern modifiziert, als er dem Chlor den Charakter einer Säure abspricht. Zwar hatte LAVOISIER gesagt, dass eine fortgesetzte Oxydation eine Verminderung der Acidität der Salzsäure herbeiführte [4]; gleichwohl hatte er nicht gezögert, dem Chlor die Eigenschaften einer Säure zuzuerkennen [5]. Dies scheint vornehmlich seinen Grund zu haben in einer unvollständigen Erforschung der Natur der kurz vorher von BERTHOLLET entdeckten Chlorate. LAVOISIER nennt diese Salze muriates oxygénés [5] und fasst sie ohne weiteres als Verbindungen (combinaisons) von Salzbasen und l'acide muriatique oxygéné auf. Durch BERTHOLLET's fortgesetzte Arbeiten wie auch durch die Untersuchungen CHENEVIX' [6] und anderer wurde später die Kenntnis der Chlorsäure und ihrer Derivate wesentlich erweitert. BERZELIUS kann daher schon von Anfang an eine scharfe Grenze ziehen zwischen den beiden Körpern, die er als

[1]) GILBERT's Annalen 21, 113 (1805).

[2]) Journ. Phys. 1800, LI.

[3]) Seine allererste Auffassung von der Natur des Chlors ist aus folgenden Aussprüchen ersichtlich: „Oxydierte Salzsäure wird erhalten, wenn man Salzsäure mit einem Metalloxyd mischt und digeriert, welches zu viel Sauerstoff enthält, um sich mit der Säure zu einem Salze verbinden zu können. Ein Teil der Säure verbindet sich alsdann mit dem überschüssigen Sauerstoff des Oxyds und bildet oxydierte Salzsäure, ein anderer Teil der Säure giebt mit dem hierdurch gebildeten Metalloxydul ein Metallsalz. Solche Metalloxyde sind braunes und rotes Bleioxyd und das natürliche, schwarze Manganes-Oxyd, das gewöhnlich Braunstein genannt wird." Lärbok i Kemien I, 345. Betreffs der quantitativen Zusammensetzung werden CHENEVIX' und BERTHOLLET's Angaben angeführt (84 pCt. Salzsäure + 16 pCt. Sauerstoff bezw. 89 + 11 pCt.).

[4]) Traité élém. I, 77.

[5]) Ebenda S. 257.

[6]) Philosophical Transact. Vol. 20. 1802, S. 126.

verschiedene „Oxydationsgrade“ der Salzsäure betrachtet: „Vielleicht ist es unrichtig, diesen Körper (die oxydierte Salzsäure) eine Säure zu nennen, denn, nach den bisherigen Erfahrungen zu urteilen, fehlt ihm ganz und gar die Eigenschaft, sich mit Alkalien, Erden und Metalloxyden zu Salzen verbinden zu können. Wenn man ihn mit einem jener Substanzen vereinigt, wird er sofort zerlegt: ein Teil wandelt sich in gewöhnliche Salzsäure um, und der übrige Teil verbindet sich mit dem Sauerstoff des ersteren zu überoxygenierte Salzsäure...... Ich kann nicht umhin, auf die Ähnlichkeit hinzuweisen, welche zwischen den Oxydationsstufen der Salzsäure und denen der einfachen Körper (Oxyden und Säuren) herrscht. Die erste Oxydationsstufe enthält 11—15 % Sauerstoff, entbehrt aller Kennzeichen einer Säure und ist sonach den Oxyden ähnlich; die zweite enthält 65 % Sauerstoff und ähnelt einer Säure in ihren Verhältnissen zu Alkalien u. s. w.“ [1]). Der Vergleich zwischen Chlor und Chlorsäure hat ihn demnach nur in seiner Auffassung von der Oxydnatur des ersteren bestärkt. Im übrigen fasst sich BERZELIUS zu dieser Zeit in Bezug hierauf sehr kurz. Die „chloristische“ Frage war noch nicht brennend geworden. Sie wurde es erst in den Jahren, die zwischen der Herausgabe des ersten und zweiten Teiles des Lehrbuches liegen. GAY-LUSSAC und THENARD hatten 1809 betreffs des Salzsäuregases die Ansicht geäussert, dass es das Hydrat einer hypothetischen wasserfreien Salzsäure sei; durch den Verlust des Wasserstoffs könnte dieses Hydrat in Chlor verwandelt werden, das mithin ein Oxyd derselben wasserfreien Salzsäure sei [2]). DAVY, der ungefähr zu derselben Zeit (Ende 1808) ähnliche Ansichten ausgesprochen hatte, änderte bald seinen Standpunkt und trat 1810 mit seiner sog. SCHEELE’schen Hypothese hervor, die gegen LAVOISIER’s und GAY-LUSSAC-THENARD’s Auffassung zugleich gerichtet war. Dieser Hypothese zufolge enthält die Salzsäure als solche kein chemisch gebundenes Wasser, ja überhaupt keinen Sauerstoff, sie sei viel-

---

[1]) Lärbok i Kemien I, 348.

[2]) Mémoires de phys. et de chimie de la société d’Arcueil II, 339. 1809.

mehr eine Verbindung von Wasserstoff und einem einfachen Körper[1]), the chlorine, ebenso wie ihre Salze Verbindungen zwischen derselben Chlorine und den nicht oxydierten Metallen seien. Wir wissen, dass diese Auffassung vielerorten schnellen und grossen Anklang fand. Auch GAY-LUSSAC und THENARD, die kurz zuvor anderen Ansichten gehuldigt hatten, schlossen sich nach kurzem Widerstand den Anhängern der chloristischen Theorie an[2]). Besonders interessant ist es, die Haltung BERZELIUS' in dieser Frage zu beobachten, da sie ein scharfes Licht auf seinen theoretischen Standpunkt im allgemeinen wirft. Das Interesse wird noch durch den Umstand erhöht, dass er gerade in dieser Zeit mit der Ausarbeitung seiner elektrochemischen Theorie beschäftigt war.

BERZELIUS hatte an und für sich weit weniger Grund als ein BERTHOLLET, ein GAY-LUSSAC oder ein THENARD, sich der DAVY'schen Theorie entgegenzustellen. Er hatte völlig freie Hand, da er nicht wie seine genannten Vorgänger durch frühere theoretische Schriften in dieser Frage gebunden war. Zwar hatte er sich in seinem „Lärbok" der LAVOISIER'schen Auffassung angeschlossen, indessen in jener objektiven, unbefangenen Form, in welcher der Verfasser eines Lehrbuchs eine Ansicht citiert, von der er weiss, dass sie von der Mitwelt geteilt wird, weshalb er selbst keinen Anlass hat, sich persönlich darin zu engagieren. Für den Begründer der neuen Theorie empfand er ausserdem eine Hochachtung, um nicht zu sagen Bewunderung, der er zu wiederholten Malen Ausdruck gegeben. Auch konnte er gegen die chloristische Auffassung keinen einzigen experimentellen Grund anführen, was er auch selbst von Anfang an ausdrücklich hervorhebt[3]). Wenn er nichtsdestoweniger einer der eifrigsten und beharrlichsten Vorkämpfer der alten Ansicht wurde, so sind wir berechtigt, diesen Standpunkt einzig und allein aus rein theoretischen Gründen herzuleiten.

Wäre nun die elektrochemisch-dualistische Theorie als

---

[1]) „An elementary substance". Elements of chem. Philosophy P. I, V. I, 241. Ähnliche Ansichten hatten allerdings schon GAY-LUSSAC und THENARD ausgesprochen, aber bald als unwahrscheinlich verworfen.

[2]) Um 1813.

[3]) Lärbok i Kemien II, 611.

solche das vorzugsweise bestimmende Moment in der theoretischen Auffassung BERZELIUS' gewesen, so hätte er ohne Widerrede der DAVY'schen Hypothese beipflichten können. Denn es ist a priori nicht einzusehen, warum es schwerer sein sollte, die Einwirkung des elektrischen Stromes auf den binären Chlorwasserstoff als auf das binäre Oxyd des hypothetischen Muriaticums zu deuten; dies um so weniger als DAVY die Übereinstimmung zwischen Chlor und Sauerstoff betont hatte und BERZELIUS selbst die Eigenschaft des Chlors, ähnlich dem Sauerstoff, die Verbrennung brennbarer Körper zu unterhalten wohl kannte[1]). Der Konflikt nahm erst seinen Anfang, als die neue Ansicht vom Standpunkte der LAVOISIER'schen Sauerstofftheorie aus geprüft wurde. Schon das Zugeständnis, dass eine ausgeprägte Säure als sauerstofffrei aufgefasst werden konnte, dürfte bei einem eifrigen Anhänger dieser Theorie — oder richtiger dieses Systems — gewisses Bedenken erregen. Dieses Bedenken wäre jedoch vielleicht zu überwinden gewesen; wenigstens hatte BERZELIUS selbst die Hydrothionsäure als einen allerdings alleinstehenden Fall für eine Säure ohne Sauerstoff angeführt. Diese Substanz besass aber einen verhältnismässig schwach sauren Charakter und konnte — im Gegensatze zu der Salzsäure — kaum als typisch für die Klasse der Säuren betrachtet werden. Weit grössere Schwierigkeiten entstanden indessen durch die Konsequenzen, welche ein solches Geständnis hier unmittelbar nach sich ziehen musste, Konsequenzen, die DAVY auch nicht hervorzuheben versäumte. Man würde nicht nur Säuren ohne Sauerstoff erhalten, sondern auch das Vorhandensein von sauerstofffreien Salzbasen und Salzen hätte zugegeben werden müssen: der Sauerstoff würde aufhören, der unentbehrliche Vermittler aller Salzbildung zu sein; die Metalle würden von einer Säure aufgenommen werden können, ohne sich vorher zu oxydieren. Mit einem Worte — die dominierende Centralstellung des Sauerstoffs wäre im System ernstlich bedroht gewesen. BERZELIUS glaubte nicht genügende Gründe zu haben, um die einfachere Auffassung einer Detailfrage zu erkaufen, durch Aufopferung

---

[1]) Lärbok i Kemien I, 346.

des ganzen Systems oder im besten Falle durch bedeutende Einschränkung der Theorie, die er von seinem ersten Auftreten an mit Begeisterung umfasst hatte und mit deren Anschauungsweise er sichtlich schon verwachsen war. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, ist seine energische Opposition gegen die chloristische Hypothese leicht erklärlich; sie ist die notwendige Folge seines unbedingten Anschlusses an die Sauerstofftheorie LAVOISIER's, ebenso wie sie abermals bestätigt, dass diese Theorie nicht nur das ursprüngliche, sondern auch — trotz aller späteren Zusätze — das stets leitende Prinzip seines Systems ausmachte. Schreibt man hingegen z. B. der elektrochemischen Hypothese diese Führerrolle zu, so wird der Haltung BERZELIUS' in jener Streitfrage immer etwas Rätselhaftes anhaften. Was im ersten Falle ein ganz natürlicher Kampf pro aris et focis ist, wird im letzteren eine schwerverständliche Halsstarrigkeit.

Als Beweis für die Richtigkeit der eben erwähnten Auffassung mögen die Worte angeführt werden, mit welchen er zum ersten Male den DAVY'schen Ansichten öffentlich entgegentritt: „Bevor ich diese Säure (die Salzsäure) verlasse, will ich mit einigen Worten eine von DAVY aufgeworfene Hypothese anführen, dass nämlich die oxygenierte Salzsäure ein einfacher Körper sei; dass der Sauerstoff, den man erhält, wenn man oxygenierte Salzsäure über ein glühendes Metalloxyd leitet, nicht vom Gase, sondern vom Oxyde herrühre, und dass die Salzsäure eine Säure sei, in welcher der Wasserstoff die Basis [1]) bildet und worin die oxygenierte Salzsäure die Stelle des Sauerstoffs einnimmt. Alle wasserfreien Salze der Salzsäure sind nach dieser Hypothese Verbindungen von oxygenierter Salzsäure und dem metallischen Radikal der Salzbase ...... Diese Hypothese kann durch keinen direkten Versuch widerlegt werden und alle Erscheinungen lassen sich ebenso gut durch dieselbe erklären wie durch die vorhin angeführte, nach welcher das Salzsäuregas wasserhaltige Salzsäure ist und Salzsäure niemals gasförmig oder frei produziert werden kann, ohne wenigstens mit Wasser verbunden zu sein. Es wäre

---

[1]) = base oxydable nach LAVOISIER.

schwer zu sagen, welche von diesen beiden Hypothesen die richtige ist, wenn nicht diejenige DAVY's widerlegt würde: a) durch die Analogie mit den übrigen Säuren, b) durch die völlige Analogie der wasserfreien salzsauren Salze mit andern wasserfreien Salzen und c) dadurch, dass basische salzsaure Salze nach dieser Hypothese (der DAVY'schen) als eine ganz besondere Klasse von Körpern betrachtet werden müssen, nämlich als Verbindungen von oxygenierter Salzsäure, einem brennbaren Radikal und Sauerstoff. In diesem Falle stimmen aber die Quantitäten des Sauerstoffs weder mit denjenigen überein, welche die oxygenierte Salzsäure in ihren beiden höheren Oxydationsstufen noch mit denjenigen, die das Metall aufnehmen kann." Nachdem er dieses Argument durch ein konkretes Beispiel (basisches Bleichlorid) verdeutlicht hat, fährt er folgendermassen fort: „Die Hypothese, welche die oxygenierte Salzsäure für einen einfachen Körper erklärt, ist demnach in ihrer Anwendung ganz unvereinbar mit hinreichend bestätigten chemischen Begriffen. — Ich habe hier diese längere Widerlegung jener Hypothese gebracht, weil sie sich durch die Berühmtheit ihres Urhebers ein ziemlich grosses Vertrauen erworben hat [1]."

Ebenso wie LAVOISIER seiner Zeit die Hypothese von dem Sauerstoffgehalt der Salzsäure auf einen Analogieschluss gründete, hat sich — wie man sieht — auch BERZELIUS bei der Verteidigung derselben Hypothese fortwährend auf lauter Analogieschlüsse gestützt. Nicht der Experimentator spricht sondern der Systematiker, der noch vor Vollendung seines Systems sich gezwungen sieht, den Grund zu verteidigen, auf dem sein ganzes Lehrgebäude ruht [2].

---

[1]) Lärbok i Kemien II, 610—612, 1812.

[2]) Es verdient hervorgehoben zu werden, dass BERZELIUS in der oben citierten Arbeit die Ansicht GAY-LUSSAC's und THENARD's über die Hydratnatur des Salzsäuregases adoptiert hat; („das Salzsäuregas enthält eine Quantität Wasser, dessen Sauerstoff gleich ist dem Sauerstoff in den Basen, welche dieselbe Quantität Säure sättigen") und ferner, dass das Verhältnis zwischen den Sauerstoffmengen in der Salzsäure, dem Chlor und der Chlorsäure durch die Zahlen $1 : 1^1/_2 : 4$ ausgedrückt wird. Als „fehlendes Glied" in dieser Sauerstoffprogression hat er DAVY's Euchlorine mit der relativen Sauerstoffmenge 2 hinzugefügt. Lärbok i Kemien II, 605 u. f.

Eine neue Phase in der Opposition BERZELIUS' gegen „die
ue Lehre" macht sich ums Jahr 1815 bemerkbar. Trotz
ler Einwürfe zeigte es sich, dass DAVY's Ansicht mehr und
ehr Eingang fand. Sie war geeignet, Klarheit in ein Gebiet
u bringen, das lange dunkel und unerschlossen gewesen, und
ei der Mehrzahl der Chemiker, die nicht Systematiker ex
rofesso waren, galt dies mehr als die Fürsorge für die Inte-
rität der LAVOISIER'schen Salztheorie. BERZELIUS konnte
ch nicht verhehlen, dass er sich mit seiner Auffassung immer
ehr isolierte. Jedoch scheint es, als ob sein Eifer nur an-
efeuert wurde durch eine Situation, die den meisten hoff-
ungslos erschienen wäre. In einer ausführlichen Abhandlung
it dem nicht weniger ausführlichen Titel: „Versuch einer
ergleichung der älteren und der neueren Meinungen über die
Jatur der oxydierten Salzsäure, zur Beurteilung des Vorzugs
er einen vor der andern[1]", macht er eine letzte Kraftan-
trengung, um die Berechtigung der alten Auffassung zu be-
reisen. Auf den ersten Blick sieht man, dass er nun seine
aktik geändert hat. Als er fand, dass die Argumente, welche
r vorher angeführt hatte, nämlich die Analogiebeweise, der
Hinweis auf die Forderung einer systematischen Einheitlichkeit
ınd Konsequenz nicht in erwünschter Weise berücksichtigt
rurden, bemühte er sich jetzt, seine Gegner mit ihren eigenen
Waffen zu bekämpfen (weshalb auch derjenige, der diese Ar-
beit studiert, ohne die vorhergehenden in Betracht zu nehmen,
eicht zu einem schiefen Urteil über die eigentlichen Beweg-
gründe seines Widerstandes verleitet werden kann).

In erster Linie wendet er sich gegen die Beobachtungen,
welche DAVY veranlasst hatten, die neue Lehre aufzustellen,
und welche dieser zum Beweis für ihre Richtigkeit gebracht
hatte. DAVY hatte mit Hilfe eines 2000parigen Trogapparates
Kohle in einer Atmosphäre von trockenem Chlorgas bis zur
stärksten Weissglut erhitzt, ohne dass sich dieses dabei veränderte
bezw. desoxydierte, und daraus den Schluss gezogen, dass es
von elementarer Natur sei. BERZELIUS entgegnet, dass dieser

[1]) Afhandl. i Fysik, Kemi etc. V, 279. GILBERT's Ann. 50, 356
(1815).

Versuch „weder als Argument für DAVY's Lehre noch als solches gegen die ältere angesehen werden könne," sondern dass er höchstens beweise, dass „die Kohle in allen Temperaturen eine schwächere Verwandtschaft zum Sauerstoff als die Grundlage der Salzsäure habe [1])."

Vor allem hatte DAVY aber einen entscheidenden Beweis für die Richtigkeit der neuen Lehre in dem Umstand gesehen, dass „wenn oxydiert-salzsaures Gas auf einen oxydierten Körper einwirkt, Sauerstoffgas in einer Menge entbunden wird, die genau der des Sauerstoffs der Salzbasis gleich ist." Hiergegen wendet BERZELIUS ein, dass die ältere Theorie die Ausscheidung des Sauerstoffs dadurch erkläre, „dass der überschüssige Sauerstoff des Gases wegen der grösseren Verwandtschaft der Säure zur Basis entweicht, ganz wie beim Einwirken von Schwefelsäure auf Mangansuperoxyd". — „Es kann", fährt er fort, „nicht als weniger wahrscheinlich angesehen werden, dass das Superoxyd des Radikals einer Säure seinen überschüssigen Sauerstoff abscheidet, und sich durch Einwirkung einer Basis in Säure verwandelt, als dass das Superoxyd des Radikals einer Salzbasis sich durch Einwirkung einer Säure mit der nämlichen Erscheinung zur Salzbasis reduciert [2])." Was endlich die Menge des (seiner Meinung nach aus der oxydierten Salzsäure) entbundenen Sauerstoffs betrifft, so leitet er als notwendige Konsequenz der Lehre von den chemischen Proportionen die Behauptung her, dass diese Sauerstoffmenge gerade derjenigen gleichkommen müsse, die schon in dem oxydierten Körper (d. h. in der Base) vorhanden ist, auch wenn man von der Voraussetzung ausgeht, dass der Sauerstoff sich aus der oxydierten Salzsäure entwickelt [3]). „Da aber ein und dasselbe

---

[1]) Afh. V, 283; vgl. GILB. A. 50, 359.

[2]) Afh. V, 285. 286; vgl. GILB. A. 50, 361.

[3]) Mit Zuhilfenahme der von BERZELIUS selbst benutzten Symbole, wie er sie zu jener Zeit schrieb, würde man seine Auffassung von der Reaktion zwischen Chlor und z. B. Kali bezw. Eisenoxyd auf folgende Weise veranschaulichen können:

$$2\ MO^3 + KO^2 = KO^2.2\ MO^2 + O^2$$
$$3\ MO^3 + FeO^3 = FeO^3.3\ MO^2 + O^3.$$

(M = Muriaticum).

Faktum nicht gleichzeitig die notwendige Folge einer Theorie und ein Beweis gegen die Richtigkeit derselben Theorie sein kann, so ist es ganz klar und zweifellos, dass die angeführten Umstände keine genügenden Gründe abgeben, um die ältere Lehre als unrichtig und die neue als richtiger zu bezeichnen [1]."

Einen direkten Wahrscheinlichkeitsgrund gegen DAVY's Ansicht leitet BERZELIUS ebenfalls von der Lehre über die bestimmten Proportionen her, indem er hervorhebt, dass die Oxydationsstufen der „Chlorine" hinsichtlich ihrer relativen Sauerstoffmengen nach DAVY auf einmal einen Sprung von 1 („Euchlorine") zu 5 („Chlorinesäure") machen, was ganz ohne Beispiel sei und sonach mit jener Lehre weniger gut übereinstimme, während die älteren Ansichten, nach welchen die Sauerstoffmengen der vier Oxyde des Muriaticums [2]) sich wie 2 : 3 : 4 : 8 verhalten, „damit in einer sehr schönen Harmonie stehen [3])."

Auch aus der elektrochemischen Theorie sucht er ein Argument für seine Auffassung zu holen. „Die Chlorine sollte nach der neuen Lehre zugleich mehr und weniger elektronegativ als der Sauerstoff sein [4]), was einen Widerspruch in sich birgt und demnach absurd ist." Es ist wohl kaum nötig, darauf hinzuweisen, auf wie schwachen Füssen dieses Argument steht; in seiner Unzulänglichkeit giebt es einen neuen Beleg dafür, wie wenig eigentlich BERZELIUS' Haltung in der Chlorinefrage mit seiner elektrochemischen Anschauung zu thun hatte.

Im folgenden zeigt BERZELIUS, wie die Verbindungen des Chlors mit Schwefel, Phosphor, Kohlenoxyd und Stickstoff, sowie deren wichtigeren Eigenschaften sich ebenso gut, wenn nicht besser, mit Hilfe der älteren Theorie erklären lassen.

---

[1]) Afh. V, 287; vgl. GILB. A. 50, 362, 363.

[2]) Nach BERZELIUS: 1. Salzsäure, 2. Oxydierte Salzsäure, 3. Euchlorine, 4. Überoxydierte Salzsäure.

[3]) Afh. V. 291; GILB. A. 50, 365 (1815).

[4]) Mehr elektro-negativ, weil sie Sauerstoff aus den Oxyden verdrängt; weniger elektronegativ, „weil sie sich mit Sauerstoff verbinden kann und in diesen Verbindungen das brennbare Radikal, d. h. den elektropositiveren Bestandteil bildet". Afh. V, 293.

Der Hinweis seiner Gegner auf die Analogie der Salzsäure und der von ihm selbst als sauerstofffrei anerkannten Hydrothionsäure giebt ihm schliesslich willkommenen Anlass, auf die Auslegung der Gründe zurückzukommen, die für ihn in dieser Frage immer die in erster Reihe entscheidenden waren: die Übereinstimmung der Salzsäure und anderer starken Säuren in ihren Eigenschaften und die daraus hergeleitete Übereinstimmung in ihrer Zusammensetzung. Auf diesem mit sichtlicher Vorliebe behandelten Gebiete entwickelt er vor allem seine dialektische Schärfe. „Ich finde es immer sonderbar", sagt er, „wenn die Anhänger der neuen Lehre sich auf eine Analogie berufen, denn es scheint, als mache es sich diese Lehre zur Pflicht, Analogieen nicht zu beachten....... Schwefel, Tellur, Phosphor, Arsenik, Kohle verbinden sich mit Wasserstoff zu eigenen, meistens gasförmigen Körpern, welche eine unverkennbare Analogie mit einander haben. Die Verbindungen der beiden erstgenannten besitzen dabei auch die Eigenschaften von Säuren, welche den übrigen fehlen..... Es verbinden sich Schwefel, Arsenik, Phosphor, Kohle u. a. auch mit dem Sauerstoff und geben Säuren, welche gleichfalls eine gemeinschaftliche Analogie mit einander sowohl in den physikalischen Charakteren als in den chemischen Eigenschaften haben. Es frägt sich nun: mit welcher von diesen beiden Reihen hat die Salzsäure die grössere Analogie? Giebt es einen einzigen Chemiker, der sich einen Augenblick bedenken würde, die Salzsäure unter die sauerstoffhaltigen Säuren zu stellen?..... Giebt es einen einzigen Grund (wenn man das Bedürfnis der neuen Lehre ausnimmt), die Salzsäure eher mit Schwefelwasserstoff oder Tellurwasserstoff als mit Schwefelsäure oder Phosphorsäure zu vergleichen [1])?"

In geschickter Weise bedient sich BERZELIUS weiter der Inkonsequenz, deren sich seine Gegner schuldig gemacht, als sie, anstatt ihre Anschauungsweise durchzuführen und alle Chlormetalle als Salze zu betrachten, auf halbem Wege stehen geblieben waren und zaghaft eine Grenze zwischen Chloriden und „chlorinewasserstoffsauren Salzen" gezogen hatten, was offenbar deshalb geschah, weil sie sich selbst noch nicht von der

---

[1]) Afh. V. 333. 334; vgl. GILB. A. 50, 403, 404.

LAVOISIER'schen Salztheorie ganz lossagen konnten. „Geradezu lächerlich ist die Verlegenheit, in welche die Anhänger der neuen Lehre geraten, wenn von salzsauren Salzen die Rede ist. Sie sind weder unter einander noch jeder mit sich selbst darüber einig, was als chlorinewasserstoffsaures Salz und was als Chlorid zu betrachten sei, und rückt man ihnen auf den Leib, so können sie keine andern chlorinewasserstoffsauren Salze zugeben, als die, welche man nicht in wasserfreiem Zustande erhalten kann" u. s. w.[1]).

Auch das dritte der Argumente, die BERZELIUS ursprünglich zu gunsten seiner Ansicht angeführt[2]), bringt er in der Abhandlung über die Natur der oxydierten Salzsäure von neuem zur Debatte. Es handelt sich, wie wir uns erinnern, um die Zusammensetzung der basischen Chloride, welche sich nach der neuen Auffassung nicht mit dem Satz verträgt, den

[1]) Afh. V, 343. In konziser und übersichtlicher Form findet man diese Argumentation im I. Teile des Lehrbuchs (2. Aufl.) wieder: „Nach der neuen Lehre giebt es keine anderen salzsauren Salze als solche, die chemisch gebundenes Wasser enthalten..... Da dieses vermittelst Feuer aus dem Salze verdrängt wird, so setzt es sich aus dem Sauerstoff des Oxyds und dem Wasserstoff der Säure zusammen, und was die ältere Lehre als ein Salz ohne chemisch gebundenes Wasser bezeichnet, ist in der neueren kein Salz, sondern ein mit den Schwefel- und Phosphormetallen analoger Körper..... Demzufolge ist z. B. salzsaures Natron, Kochsalz, dessen Ähnlichkeit mit anderen Salzen Veranlassung gab, den Namen „Salz" als allgemeine Benennung der ganzen Salzfamilie zu gebrauchen, nach der neuen Theorie kein Salz, seiner Zusammensetzung nach nicht analog dem salpetersauren, schwefelsauren, phosphorsauren Natron u. s. w., sondern es ist Natrium an Chlorine gebunden, analog dem Schwefelnatrium oder Phosphornatrium. Einige Anhänger der neuen Lehre haben das unwahrscheinliche dieser Auffassung eingesehen und die Sache so erklärt, dass das Kochsalz in fester Form wohl kein Salz ist, sondern eine Verbindung von Chlorine und Natrium, dass aber, wenn man es in Wasser löst, Zersetzung eintritt, und zwar derart, dass das Natrium auf Kosten des Lösungsmittels zu Natron oxydiert wird, während die Chlorine mit dem Wasserstoff Salzsäure bildet. Man sieht jedoch leicht ein, dass diese Erklärung nicht richtig sein kann, weil in diesem Falle, wo Wasser von dem festen Kochsalz chemisch gebunden wird, Wärme entwickelt werden müsste, wie es bei allen andern ähnlichen Gelegenheiten geschieht"..... Lärbok i Kemien I, 518, 1817.

[2]) Lärbok i Kemien II, 611, 1812.

Berzelius für die Verbindungen oxydierter Körper aufstellen zu müssen glaubte, dass nämlich der in einem der Oxyde enthaltene Sauerstoff die Einheit bilde, und dass der Sauerstoffgehalt der andern Oxyde entweder dieser Einheit gleich komme oder ein vielfaches derselben „nach einer ganzen Zahl" sei [1]). Während nun z. B. die Formel des basischen Kupferchlorids nach der älteren Auffassung

$$MO^2 . 2 CuO^2 . 4 H^2O$$ [2])

sein würde, wurde sie nach der neueren

$$Ch H^2 . 2 CuO^2 . 3 H^2O$$ [3])

also mit einem Sauerstoffverhältnis wie $1^1/_2 : 1$. Berzelius zieht hieraus ganz korrekt den Schluss, dass „entweder die neue Lehre, oder das angeführte Gesetz unrichtig sei [4])."

Ebenso wie hinsichtlich des Chlors führt Berzelius seine Auffassung im einzelnen auch hinsichtlich des Fluors und des nach Beginn des Streites entdeckten Jods [5]) durch. Nachdem er so durch seine 100 Seiten starke Abhandlung zu gunsten seiner Ansicht Beweis auf Beweis gehäuft, die er aus den verschiedensten Teilen des chemischen Gebietes hergeholt, schliesst er mit folgenden, für seine ganze wissenschaftliche Haltung besonders charakteristischen Worten: „Ich fordere von einem jeden chemische Satze, dass er mit der übrigen chemischen Theorie übereinstimme und ihr einverleibt werden könne. Im entgegengesetzten Falle muss ich ihn verwerfen, bis die unumstössliche Evidenz desselben die Umwälzung der mit ihm nicht passenden Theorie notwendig macht [6])."

Die Abhandlung, deren Hauptpunkte hiermit angedeutet worden sind, ist, wie man leicht findet, in vieler Hinsicht unserer jetzigen Anschauung fremd. Dessen ungeachtet wirkt ihre Lektüre auch heutzutage immer noch anregend — ganz abgesehen von dem Interesse, das sie in ihrer Eigenschaft als

---

1) Gilbert's Ann. 50, 422, 1815.
2) M = Muriaticum.
3) Ch = Chlorine.
4) Gilbert's Ann. 50, 423, 1815; vgl. Afh. V, 3[illegible].
5) Von Berzelius damals „Jodsuperoxyd" genannt.
6) Afh. V, 378; vgl. Gilb. A. 50, 446.

besonders wichtige historische Urkunde hervorruft. Beinahe auf jeder Seite überrascht uns das ungewöhnliche stilistische Talent, die logische Klarheit, die strenge Folgerichtigkeit, welche die ganze Darstellung auszeichnen. Auch kann es kaum geleugnet werden, dass, rein formell betrachtet, die Stellung BERZELIUS' stärker war als die seiner Gegner. Er zeigt, dass alle in Betracht kommenden Thatsachen ebenso gut aus der alten wie aus der neuen Lehre erklärt werden können, dass beide sich somit in dieser Hinsicht das Gleichgewicht halten; dass aber ausserdem ein schwer wiegender Grund zu gunsten der ersteren hinzukommt: ihre Übereinstimmung mit dem was er nennt: „das übrige chemische Lehrgebäude, insofern man unter diesem eine Reihe zusammenhängender Erörterungen versteht, von welchen keine der andern widerspricht[1]." Und man muss zugeben, dass Konsequenz in der Auffassung nicht zu den Errungenschaften gehörte, welche die Chemie durch den Sieg der DAVY'schen Ansichten gemacht, dass vielmehr die dadurch geschaffene Kluft zwischen zwei scharf getrennten Salzklassen noch während mehrerer Jahrzehnte beständige Reibungen hervorrufen sollte, bis man sich entschliessen konnte, die LAVOISIER'sche Oxydtheorie ganz und gar über Bord zu werfen, um dadurch aufs neue zu der Folgerichtigkeit zu gelangen, die für die ältere BERZELIUS'sche Auffassung bezeichnend war. Und dass BERZELIUS selbst, als er sich kurz nachher veranlasst sah, seinen Widerstand endlich aufzugeben, die neue Auffassung nicht auf alle Salze anwandte, wie DULONG es wenige Jahre zuvor vorgeschlagen[2], beweist vielleicht besser als irgend etwas anderes, wie unauflöslich die LAVOISIER'sche Salztheorie mit seiner Anschauungsweise verbunden war.

Oben ist gesagt worden, dass die Schrift über die Natur der oxydierten Salzsäure BERZELIUS' letzte Kraftanstrengung war, um die „antichloristische" Lehre zu verteidigen. Zwar ergriff er in der zweiten Auflage seines Lehrbuches[3] noch-

---

[1]) Afh. V, 377.

[2]) Mémoires de l'Académie 1813—15, CXCVIII (Analyse des travaux de l'académie royale des sciences, pour les années 1813, 1814, 1815. Partie physique. Par M. le Cher. CUVIER).

[3]) Teil I, Stockholm 1817.

mals das Wort in dieser Frage; was er aber hier anführt, ist der Hauptsache nach nur ein kurzgefasster Auszug aus der genannten Abhandlung und enthält sachlich nichts neues. Auch dürfte BERZELIUS bald genug die Fruchtlosigkeit eines ferneren Widerstandes eingesehen haben, selbst wenn er sich noch 1815 Illusionen über etwaige Erfolge hingegeben hat. Die im genannten Jahre erschienene Arbeit GAY-LUSSAC's über das Cyan [1]) wurde sowohl an und für sich als auch durch die fortgesetzten Untersuchungen, welche sie veranlasste, und an welchen BERZELIUS selbst einen keineswegs geringfügigen Anteil nahm, eine kräftige Stütze für die neue Lehre. Zwar haben wir Beweise, dass die oben erwähnte Abhandlung BERZELIUS' gerade in dem Lande, in dessen Sprache sie zuerst herausgegeben wurde, „sehr viele Chemiker" veranlasste, die DAVY'schen Ansichten über die Natur des Chlors nicht anzunehmen [2]). Allein dies bedeutete nur einen kurzen Aufschub des Unvermeidlichen.

Das erste Anzeichen für BERZELIUS' eigene Bekehrung kann man schon 1819 wahrnehmen, und zwar in seiner Untersuchung über die Zusammensetzung der eisenhaltigen blausauren Salze [3]), wo er sich folgendermassen ausspricht: „es kann einem aufmerksamen Leser nicht entgehen, dass die Erscheinungen, welche durch Cyanogene und Blausäure hervorgerufen werden, sich in jeder Hinsicht durch eine Theorie erklären lassen, welche derjenigen ähnlich ist, die von GAY-LUSSAC und THENARD betreffs der Verbindungen der Salzsäure und des oxydierten Salzsäuregases aufgestellt und später von ihnen wie auch von DAVY weiter entwickelt wurde; und diese Übereinstimmung wird zweifellos von vielen als ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der Anwendung der neuen Theorie auch auf die Salzsäure betrachtet werden." Wie man sieht, eine sehr vorsichtige Äusserung, die dennoch durchblicken lässt, dass die erwähnte Übereinstimmung auch ihn selbst nicht ganz unberührt gelassen hat.

Im nächsten Jahre (1820) spricht er sich schon mit weit

---

[1]) Ann. Chim. 95, 136.
[2]) H. ROSE, Gedächtnisrede, S. 40.
[3]) K. Vet. Akad. Handl. 1819, 274.

weniger Zurückhaltung aus, und man kann in der That sagen, dass sein Übertritt nun eine vollendete Thatsache ist: „Aus dem was ich schon sowohl hinsichtlich dieser Wasserstoffsäure (des Sulfocyanwasserstoffs) wie auch der Blausäure gesagt habe, ersieht man leicht, dass sich alle dazu gehörigen Erscheinungen nur nach der Theorie erklären lassen, welche man in letzter Zeit für die Salzsäure aufgestellt hat[1]). Ähnliche Äusserungen sind auch in den beiden ersten Jahresberichten, für die Jahre 1821 und 1822, zu finden[2]). In dem ersten heisst es z. B.: „Man wird sich davon überzeugen, dass es Körper giebt, welche, ohne eine Säure oder eine oxydierte Basis zu enthalten, alle Eigenschaften besitzen, welche die Salze auszeichnen, wodurch also alle die Beweise gegen die neue Theorie nichtig werden, welche ich und mit mir viele Chemiker aus der vollständigen Analogie der salzsauren Salze und der aus einer Säure und einer oxydierten Basis zusammengesetzten Salze hergeleitet haben. Sonach kann man sagen, dass die neue Theorie genau so wahrscheinlich ist wie die ältere...... Beide muss man daher studieren und mit beiden sich vertraut

---

[1]) Om sammansättningen af svafvelhaltiga blåsyrade salter etc. K. Vet. Akad. Handl. 1820, 82. Besonders beachtenswert ist das Urteil, welches Berzelius in einer Anmerkung zu dieser Abhandlung (S. 92) über Dulong's Theorie von den Wasserstoffsäuren fällt: „Trotzdem unsere gewöhnlichen Ansichten, meiner Meinung nach, hier (betreffs der wasserfreien, sauren und basischen Salze) eine natürlichere Erklärung geben, verdient dennoch die Ausdehnung der neuen Theorie auf alle Salze die grösste Aufmerksamkeit wegen der Konsequenz und der Übereinstimmung, die hierdurch in der Anschauung ensteht". Es zeigt sich hier, dass Berzelius damals gar nicht weit davon entfernt war, sich der Ansicht über den Wasserstoff als dem für alle Säuren charakteristischen Bestandteil anzuschliessen, und dass er jedenfalls kein so einseitiger und unerbittlicher Gegner dieser Ansicht war, wie man versucht wäre anzunehmen, wenn man seine Auffassung der Berzelius'schen Lehre mehr auf konstruierter Tradition als auf das Studium seiner Schriften gründete. Die angeführte Stelle lässt uns den inneren Konflikt ahnen, den er zweifelsohne gerade in dieser Zeit durchzukämpfen hatte infolge der fruchtlosen Versuche, die Forderungen der Systematik mit denjenigen der herrschenden Theorie in Einklang zu bringen.

[2]) Årsberättelser om vetenskapernas framsteg etc. 1821, S. 63; 1822, S. 79.

machen.“ In demselben Jahre, in welchem dies geschrieben wurde, kam die zweite Auflage des zweiten Teiles des Lehrbuches heraus. Dieser enthält als Einleitung einen „kurzen Bericht über die Veränderungen und Zusätze, welche die Wissenschaft seit Erscheinen der zweiten Auflage des ersten Teiles erfahren.“ Hier kann man behaupten, dass BERZELIUS die Theorie von den Wasserstoffsäuren seinem chemischen System endgültig einverleibt hat, nachdem „durch die Entdeckung mehrerer Wasserstoffsäuren und besonders derjenigen mit zusammengesetztem Radikal die Analogie völlig wieder hergestellt und somit von dieser Seite keine Widerlegung der neuen Theorie von der Natur der Salzsäure zu befürchten war[1].“ Hier präcisiert er auch seine Auffassung der Haloidsalze, die er als Verbindungen zwischen Säurenradikal und Basenradikal, nicht aber zwischen Säure und Base, betrachtet. Dabei ist er sich vollständig des Unterschiedes bewusst, welcher in theoretischer Hinsicht zwischen Haloid- und Sauerstoffsalzen entsteht trotz ihrer grossen äusseren Ähnlichkeit. „Daraus könnte man schliessen, dass in der Theorie etwas liege, was in Wirklichkeit nicht vorhanden ist“, fügt er bezeichnenderweise hinzu[2]). Man merkt deutlich, dass er in seiner Eigenschaft als Systematiker noch nicht die nahe liegende Versuchung überwunden hat, diesen Unterschied fortfallen zu lassen und sich der DULONG’schen Auffassung ganz anzuschliessen. Und wenn er in seiner gewöhnlichen Offenherzigkeit die Vorzüge der letzteren betont, so geschieht es in Worten, aus denen das Verlangen nach der verlorenen Einheitlichkeit der Salzlehre deutlich hervorklingt. „Es ist“, so schreibt er, „kein unbedeutendes Verdienst DULONG’s, mit dieser Ansicht in die Lehre von den Salzen jene Harmonie wieder zurückgebracht zu haben, welche durch die neue Theorie von der Natur der Salzsäure, wie überhaupt durch die Erscheinungen, welche die Wasserstoffsäuren hervorbringen, gestört worden ist.“ Und im Anschluss an den Bericht über die sauren und basischen Salze der Wasserstoffsäuren heisst es: „Das Vorhandensein dieser

---

[1]) Lärbok i Kemien II, LXVII. 1822.
[2]) Ebenda S. LXXVI.

Salze spricht meiner Meinung nach mehr als alles andere für den Vorzug der DULONG'schen Ansicht über die Zusammensetzung der Salze[1])." Wie man sieht, lässt sich mit vollem Recht behaupten, dass BERZELIUS in der ersten Zeit nach seinem Abfall von der antichloristischen Theorie stark zu der DULONG'schen Auffassung hinneigte; und die Grenze, die er zwischen den Salzen der Wasserstoffsäuren und denen der Sauerstoffsäuren zu ziehen sich veranlasst fühlt, erscheint bei weitem nicht so scharf[2]) und unübersteigbar wie in seinen späteren Schriften, wo er von neuem und diesmal unwiderruflich der Herrschaft der LAVOISIER'schen Salztheorie anheimgefallen war und mit aller Macht diese Theorie auf den Gebieten zu befestigen suchte, auf welchen sie sich noch aufrecht erhalten liess. —

Eine andere Frage, die mit der nun behandelten sozusagen parallel läuft, und die auch beinahe in dieselbe Zeit fällt, ist diejenige über die Natur des Ammoniaks und des Stickstoffs. — Seine Ansichten über den Sauerstoffgehalt der Salzsäure hatte BERZELIUS, wie bekannt, direkt und ohne wesentliche Veränderungen von LAVOISIER übernommen. Mit seiner Auffassung von der Zusammensetzung des Ammoniaks liegt die Sache etwas anders; diese muss zwar in ihren innersten Kern ebenfalls als eine Folge seines Anschlusses an die LAVOISIER'sche Salztheorie angesehen werden, aus welcher er, wie in anderen Fällen, auch in diesem in höherem Masse als selbst deren Urheber alle Konsequenzen zog. Allein der äussere Impuls zu seinem Auftreten kam hier von ganz anderswo her.

Allerdings hatte LAVOISIER die allgemeine Bedeutung des Sauerstoffs als Verbindungsglied zwischen Metallen und Säuren hervorgehoben und im Zusammenhange hiermit die Vermutung ausgesprochen, dass sämtliche Substanzen mit starker Affinität zu Säuren, sauerstoffhaltig seien[3]). Jedoch führt er diese Hypothese niemals im einzelnen aus, und was insbesondere den

---

[1]) Lärbok i Kemien II, LXXVIII, 1822.

[2]) Siehe LADENBURG, Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie, S. 91, 1887.

[3]) Traité élém. I, 179.

Ammoniak anbetrifft, so bezeichnet er diesen als ausschliesslich von Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzt, im Anschluss an die Analyse BERTHOLLET's von 1784 [1]). Den Stickstoff stellte er ohne Vorbehalt zu den einfachen Körpern, wenn man von seiner bekannten Auffassung über die imponderable Wärme als gemeinsamen Bestandteil aller Gase absieht. Erst HUMPHRY DAVY sprach, unmittelbar nachdem er die zusammengesetzte Natur der Alkalien entdeckt hatte, 1808 die auf ein weniger einwandsfreies Experiment gestützte Vermutung aus, dass auch der Ammoniak Sauerstoff enthielte [2]).

Es ist bemerkenswert, wie BERZELIUS, der den genialen Ideen DAVY's, sobald diese mit den LAVOISIER'schen Grundsätzen in Konflikt geraten, so skeptisch gegenübersteht, diesen Gedanken, der im Gegenteil die Möglichkeit zuliess, jene Grundsätze zu erweitern, von Anfang an mit grossem Eifer aufnahm. Der Ammoniak hatte bisher wie ein „Wilder" unter den übrigen Basen gestanden. Nun war der Augenblick gekommen, auch ihn der alles umfassenden Herrschaft des Sauerstoffs unterzuordnen.

Schon in einem vorhergehenden Abschnitt, gelegentlich der Erwähnung der von BERZELIUS in Gemeinschaft mit PONTIN ausgeführten Arbeit über das Ammoniakamalgam, ist berichtet worden, wie ersterer unablässlich bestrebt war, auf experimentellem Wege die nicht besonders bindende Beweisführung DAVY's über den Sauerstoffgehalt des Ammoniaks zu unterstützen, und wie er einen solchen Stützpunkt gefunden zu haben glaubte mit der Beobachtung, dass sich bei der Elektrolyse von Ammoniakflüssigkeit mit Quecksilberelektroden auf der einen Seite Quecksilberoxydul, und auf der anderen ein Amalgam bildete, ohne dass hierbei irgend welche Gasentwickelung wahrzunehmen war [3]).

BERZELIUS schliesst sich demnach anfangs vollständig der 1808 von DAVY ausgesprochenen Ansicht über die Zusammensetzung des Ammoniaks an. Indessen änderte er seine Auffassung noch zweimal, bevor er endgültig die Hypothese über-

---

[1]) Traité élém. I, 170. Mém. de l'Académie, 1785, 316.
[2]) Philosophical Transactions 1808, 35.
[3]) Economiska Annaler VI, Juni 1808, 116.

den Sauerstoffgehalt des Ammoniaks aufgab, so dass seine Haltung in dieser Frage in allem fünf ziemlich streng von einander getrennte Phasen aufweist.

In der ersten, welche im I. (1808 veröffentlichten, 1807 verfassten) Teile des Lehrbuches wiedergegeben wird, bekennt er sich noch zu derselben Auffassung wie LAVOISIER und stellt wie dieser den Ammoniak als eine Verbindung von Wasserstoff und Stickstoff hin, indem er sich auf die Untersuchungen SCHEELE's und des älteren BERTHOLLET's bezieht [1]). In einer Anmerkung führt er an, dass man „in neuerer Zeit" die dem Ammoniak synonyme Benennung Ammonium anzuwenden begonnen habe, welcher er aus sprachlichen Gründen jedoch nicht beipflichten könne [2]). Der Sauerstoffgehalt des Ammoniaks findet sich in dem ursprünglichen Text überhaupt nicht erwähnt, ebensowenig wie derjenige der Alkalien oder Erden. Dagegen wird — vollständig unabhängig hiervon — die Frage von der elementaren Natur des Stickstoffs besprochen, besonders unter Berücksichtigung der Versuche GÖTTLING's [3]) und BÖCKMANN's [4]) betreffend das Leuchten des Phosphors im Stickstoff. Indessen hielt BERZELIUS diese Versuche für nicht entscheidend genug, um aus ihnen irgend welche bestimmte Schlussfolgerungen ziehen zu können.

Die zweite Phase begann 1808 unter Einwirkung der früher erwähnten Arbeit DAVY's wie auch der eigenen, zusammen mit PONTIN ausgeführten Untersuchungen. Der Ammoniak wird jetzt als eine Verbindung von Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff betrachtet; bei der Elektrolyse wird er in Sauerstoff und eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff zerlegt, welch' letztere sich „in Form eines Metalls" mit Quecksilber amalgamiert. Kommt dieses „Ammoniakmetall" mit Wasser in Berührung, so wird es augenblicklich unter Entwickelung

---

[1]) Lärbok i Kemien I, 256, 1808.

[2]) Ebenda S. 252.

[3]) J. F. A. GÖTTLING, 1755—1809, Prof. zu Jena. Veröffentlichte 1795 eine Schrift „Über das Leuchten des Phosphors in Stickluft".

[4]) C. W. BÖCKMANN, 1773—1821, Prof. zu Karlsruhe. Veröffentlichte 1800 „Versuche über das Verhalten des Phosphors in verschiedenen Gasen".

von Wasserstoffgas zu Ammoniak oxydiert. — Die Natur des Stickstoffs wird hier nicht erwähnt[1]).

Die dritte Phase währte von 1810 bis 1812. HENRY's[2]) und AMÉDÉE BERTHOLLET's Experimental-Untersuchungen[3]) machten bald die Auffassung unhaltbar, dass der Ammoniak als solcher Sauerstoff in gewöhnlicher Form enthielte. Sie bewiesen nämlich zur Evidenz, dass, im Gegensatz zu DAVY's Auffassung, wasserfreies Ammoniakgas bei seiner Zersetzung nur Wasserstoff und Stickstoff ergiebt. Teils auf Grund dieses Thatbestandes, teils beeinflusst durch DAVY's Untersuchungen betreffs des Verhältnisses von metallischem Kalium zum Ammoniak — änderte BERZELIUS — wie auch DAVY selbst — nun seine Ansicht dahin, dass Ammoniak in erster Linie ausschliesslich aus Stickstoff und Wasserstoff bestehe, dass aber jeder dieser Bestandteile sich aus Sauerstoff und einem bis dahin unbekannten Körper, dem Ammonium, zusammensetze, und zwar so, dass der Wasserstoff eine niedrigere, der Stickstoff eine höhere Oxydationsstufe dieser „Ammoniakbasis" sei. Demnach wird das Ammonium — um mit DAVY zu reden — nicht nur die Base des Stickstoffs, Wasserstoffs und Ammoniaks, sondern — mittelbar — auch die des Wassers und sämtlicher Oxydationsstufen des Stickstoffs. Die Verschiedenheit aller dieser Körper schreibt BERZELIUS „ihren verschiedenen elektrischen Modifikationen" zu[4]). Was die quantitative Zusammensetzung des Ammoniaks betrifft, so wird dieselbe nach

---

[1]) Economiska Annaler VI, Juni 1808, 115.

[2]) W. HENRY, 1774—1836. Englischer Fabrikbesitzer.

[3]) Philosophical transactions, 1809, 430; Mém. de la société d'Arcueil II, 268.

[4]) Lärbok i Kemien II, 64 (1812). Die Einwirkung des Ammoniaks auf Kalium wird in folgender Weise gedeutet: „Wenn Ammoniakgas durch Kalium zerlegt wird, entsteht eine Verbindung von Kaliumoxydul und Ammonoxydul, welche den olivenfarbenen Körper (= Kaliumamid) bildet; bei gelindem Erhitzen desselben wird das Ammonoxydul teils oxydiert, wobei sowohl Stickstoff als auch Ammoniak entstehen, teils aber zu Wasserstoff reduciert, wonach das Kalium, das dabei seinen Sauerstoff verliert, in Verbindung mit einem Teil des Ammoniums in Form einer Legierung zurückbleibt und den graphitähnlichen, leicht entzündlichen Körper bildet" (= Kaliumnitrid).

einer Analyse des Salmiaks durch die Zahlen 47,2 (% Sauerstoff) und 52,8 (% Basis = Ammonium) ausgedrückt. Ein späterer Versuch ergab 46,8867 % Sauerstoff und 53,1133 % Ammonium. Der Stickstoff hingegen soll aus 56,973% Sauerstoff und 43,027% Ammonium bestehen; also enthält der Stickstoff 1½ mal so viel mit Ammonium verbundenen Sauerstoff wie der Ammoniak[1]).

Beim ersten Anblick könnte es befremdend scheinen, dass Berzelius auf diesem Gebiete den Spekulationen Davy's folgte, während er gleichzeitig die chloristische Theorie desselben entschieden bekämpfte, die doch auf ungleich festeren experimentellen Gründen aufgebaut war. Die Erklärung hierfür ist indessen leicht zu finden. Einerseits wollte er die Idee von dem Sauerstoffgehalt des Ammoniaks nicht ohne zwingenden Grund aufgeben. Passte sie doch nur allzugut in das chemische System, mit dessen Ausarbeitung er gerade damals beschäftigt war. Andrerseits war die Idee von dem Stickstoff als einem zusammengesetzten Körper weder neu noch ungewöhnlich, sondern sogar älter als die Hypothese von dem Sauerstoffgehalt des Ammoniaks[2]), und dürfte ihm deshalb nicht allzu befremdend vorgekommen sein. Wir sehen auch, dass Berzelius verhältnismässig lange an derselben festgehalten hat, während er die Annahme von der nicht elementaren Natur des Wasserstoffs ziemlich schnell fallen liess.

Letzteres dürfte wohl um 1813 geschehen sein, zu der Zeit, wo er mit seinen Anschauungen in die vierte Phase eintrat[3]). Von neuem fasst er den Wasserstoff als Element auf; dass keinesfalls Sauerstoff darin enthalten sein könne, wird durch eine ausführliche Argumentation dargelegt[4]). An dem Sauerstoffgehalt des Stickstoffs hält er aber nach wie vor fest. Als Grund hierfür führt er einerseits — wie früher — die wahrscheinliche Oxydnatur des Ammoniaks an, die er aus der mutmasslichen Analogie desselben mit den Alkalien und Salzbasen im allgemeinen folgert, und andrerseits die Zusammensetzung

---

[1]) Afh. V. 229.

[2]) Siehe Kopp, Geschichte der Chemie III, 216.

[3]) Thomson's Annals of Philosophy II, 276-284, 357—368, 1813; Gilb. Ann. 46, 131—175, 1814; Afh. V, 198—238.

[4]) Afh. V, 230.

der basischen salpetersauren Salze [1]), also ein Argument völlig analog demjenigen, dessen er sich ungefähr gleichzeitig bediente, um den Sauerstoffgehalt der Salzsäure zu verteidigen. Der Stickstoff wird sonach als ein Oxyd oder genauer angegeben ein Suboxyd eines unbekannten Radikals betrachtet. Dieses Radikal, das Nitricum, ist vom Ammonium, oder dem Radikal des Ammoniaks verschieden, welch' letzteres vielmehr eine Verbindung von Nitricum und Wasserstoff ist. Der Ammoniak selbst ist also zusammengesetzt — nicht etwa aus Stickstoff und Wasserstoff — ebensowenig wie z. B. Zucker aus „oxydiertem Kohlengas" (Kohlenoxydgas) und Wasserstoff oder aus Wasser und Kohlenstoff besteht [2]) — sondern aus Nitricum, Wasserstoff und Sauerstoff; er ist m. a. W. das Oxyd eines zusammengesetzten Radikals, analog den aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzten Radikalen, welche „die Basen der organischen Natur ausmachen [3])." Genau an derselben Auffassung hält er noch 1817 fest in der damals erschienenen zweiten Auflage des ersten Teiles des Lehrbuches, wie auch 1818 im Anhang zum dritten Teil. In der erstgenannten Arbeit findet sich noch angegeben, dass der Stickstoff aus 55,68 T. Sauerstoff und 44,32 T. Nitricum [4]), und der Ammoniak aus 46,426 T. Sauerstoff, 18,475 T. Wasserstoff und 35,099 T. Nitricum besteht. [5]) „Obwohl der Ammoniak bei seiner Zersetzung Stickstoff und Wasserstoff hervorbringt, können wir ihn dennoch nicht als eine Verbindung dieser Stoffe betrachten; vielmehr müssen wir ihn uns aus Nitricum, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt denken, d. h. als ein Alkali organischen Ursprungs und mit zusammengesetztem Radikal, ein Alkali, das sich zum Kali und Natron, wie z. B.

---

[1]) Berzelius will nämlich zeigen, dass wenn der Stickstoff ein einfacher Körper wäre, so würde die Zusammensetzung jener Salze „eine Ausnahme von den Gesetzen der chemischen Proportionen" sein. Gilb. A. 46, 138, 1814; vgl. Afh. V, 203, 204.

[2]) Vgl. Lavoisier: „je supposois alors qu'il existoit de l'eau toute formée dans le sucre, tandis que je suis persuadé aujourd'hui qu'il contient seulement les matériaux propres à la former." Traité élém. I, 151.

[3]) Afh. V, 234.

[4]) Lärbok i Kemien I, 173, 1817.

[5]) Ebenda S. 349, 350.

Essigsäure oder Oxalsäure zu Schwefelsäure und Phosphorsäure verhält [1]).“

Dass diese ganze Auffassung gewisse Mängel hatte, hat BERZELIUS übrigens weder sich selbst noch anderen verhehlt, und er vertrat sie niemals mit derselben Sicherheit, die er z. B. an den Tag legte, sobald es sich um die Oxydnatur der Salzsäure handelte. Eine solche Schwierigkeit, die zu erklären er für unmöglich hielt, bietet die Frage, „weshalb der Stickstoff, falls er wirklich ein Suboxyd ist, sich nicht durch irgend eines der bisher bekannten Mittel in reduciertes Radikal verwandeln liesse, wie andere Suboxyde, die leicht zu reducieren sind [2]).“ Als Kuriosum verdient erwähnt zu werden, dass er im Zusammenhange hiermit eine Zeitlang an die Möglichkeit einer Identität des Wasserstoffs mit dem Nitricum ernstlich gedacht zu haben scheint, was wohl in erster Linie darauf zurückzuführen ist, dass diese beiden Körper im Wasser und in der Salpetersäure (wie letztere damals von BERZELIUS aufgefasst wurde) mit beinahe ganz gleichen Sauerstoffmengen verbunden sind. „Ist es denkbar“, ruft er aus, „dass der Wasserstoff und das Nitricum die nämliche ponderable Substanz in zwei entgegengesetzten elektrisch-chemischen Modifikationen sein können, und dass das Nitricum seine elektrisch-chemische Modifikation nur in Verbindung mit Sauerstoff behalte, ein isoliertes Nitricum folglich an und für sich nicht bestehen könne [3])?“

In welcher Zeit BERZELIUS von der Nitricumtheorie zu der endgültigen Ammoniumtheorie überging, lässt sich nur schwer mit Gewissheit bestimmen, da er während einer Reihe von Jahren in seinen Schriften beide Anschauungen als möglich hinstellt. KOPP scheint geneigt zu sein, das Jahr 1820 als diese Grenze zu bezeichnen [4]). Indessen steht es fest, dass BERZELIUS noch 1822 im zweiten Teile des Lehrbuches [5]) seine Nitricumtheorie anführt, indem er ausdrücklich hervorhebt,

---

[1]) Lärbok i Kemien I, 2. Aufl., 349, 1817.
[2]) Afh. V, 237.
[3]) Afh. V 337–338; GILB. A. 46, 174–175, 1814.
[4]) Entwickelung der Chemie S. 460.
[5]) Lärbok i Kemien II, 2. Aufl., 75.

„dass diese von allen auf die Lehre von den chemischen Proportionen gegründeten Berechnungen bestätigt wird.“ Anderseits giebt er zu, dass die direkten Versuche mehr für die (schon 1809 ausgesprochene) Ansicht GAY-LUSSAC und THENARD's über die Natur des Ammoniumamalgams[1]) sprechen, obwohl dieser stets das alte Argument gegenübergestellt werden kann, „dass sie nicht den Erklärungen der Reduktion der feuerfesten Alkalien in Berührung mit Quecksilber analog ist[2]).“ Er zeigt indessen, wie letztere Theorie leicht und ungezwungen die Zusammensetzung des Kaliumnitrids, sowie die des Kaliumamids erklärt (gemäss unserer noch jetzt gültigen Anschauungsweise). Überhaupt scheint er, soweit man nach seiner Darstellung urteilen kann, nicht abgeneigt, der Auffassung der französischen Chemiker einen gewissen Vorzug zu geben, obwohl diese, seiner Meinung nach, einer vollständigeren Beweisführung bedürfe, bevor sie als die richtigere anerkannt werden könne. Er schliesst das Kapitel über das Ammonium mit folgenden Worten: „Nachdem ich das, was in unseren Ansichten unsicher ist, dargestellt habe, muss ich ihre fernere Begründung späteren Forschungen überlassen[3]).“

Es unterliegt übrigens keinem Zweifel, dass BERZELIUS' Übertritt zur neueren Ammoniumtheorie durch die 1816 ausgesprochene[4]), obwohl anfänglich wenig beachtete[5]) Auffassung AMPÈRE's wesentlich erleichtert wurde. Denn die Annahme, dass das Ammonium aus 4 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Stickstoff bestehe, und dass es in den Ammoniumverbindungen in Form von Ammoniumoxyd (= 1 Vol. Ammoniak + 1 Vol. Wassergas) enthalten sei, bot einen Vorteil dar, der in BERZELIUS' Augen schwer ins Gewicht fallen musste. Die Analogie mit den feuerfesten Alkalien wurde beibehalten und die Salze des flüchtigen Alkalis liessen sich auch fernerhin den Gesichtspunkten der allgemeinen Salztheorie unterordnen, so dass die einzige Einschränkung, welche letztere durch die Meinungs-

---

[1]) Ann. Chim. 73, 197, 1810.
[2]) Lärbok i Kemien II, 2. Aufl. 75.
[3]) Lärbok i Kemien II, 77, 1822.
[4]) Ann. Chim. Phys. II, 16, 1816.
[5]) Siehe KOPP, Entwickelung der Chemie, S. 460.

änderung zu erleiden hatte, darin bestand, dass der freie Ammoniak, wenn auch mit allen Eigenschaften einer ausgeprägten Salzbase ausgerüstet, als sauerstofffrei aufgefasst werden musste.

So zeigt die Haltung Berzelius' hinsichtlich der Zusammensetzung des Ammoniaks, nicht weniger als sein Auftreten in der chloristischen Frage, ganz deutlich, wie die Aufrechterhaltung jener Salztheorie während der ganzen Zeit — etwas mehr als ein Jahrzehnt — in welcher diese Fragen auf der Tagesordnung standen, der leitende Grundgedanke seiner theoretischen Wirksamkeit war. Dass dies auch noch in einer weit späteren Periode der Fall gewesen, geht zur Genüge aus der Stellung hervor, die er z. B. gegenüber dem in den dreissiger Jahren mit so grossem Eifer diskutierten Radikalbegriff einnahm. Es liegt ausserhalb der Grenzen dieser Arbeit, auf einen genaueren Bericht über den Anteil Berzelius' an der Entwickelung dieses Begriffs einzugehen. Nur eines Umstandes möge im Anschluss hieran Erwähnung gethan werden. Für diejenige, welche im elektrochemischen Dualismus das Wesentliche, das vor allem Bestimmende in dem Berzeliusschen System erblicken, wird es immer mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein, auf ganz zufriedenstellender Weise die Beharrlichkeit zu erklären, mit welcher er — eine einzige kurze Periode ausgenommen — sich der Annahme von sauerstoffhaltigen Radikalen widersetzte. Das Vorhandensein von Sauerstoff in einer Atomgruppe konnte gewiss kein Hindernis für deren Unipolarität sein, mithin auch nicht für die Zusammenschliessung zweier Atomgruppen zu einem Komplex höherer Ordnung; ebenso wenig hätte es anderseits hindern können, dass die betreffende Atomgruppe in zwei einfachere Atomgruppen oder Atome zerfiel. Die elektrochemische Theorie schien daher keineswegs a priori eine Entwickelung des Radikalbegriffes zu seinem späteren Umfang ausschliessen zu müssen, vorausgesetzt, dass man dem Worte „elektrochemisch“ nicht eine Bedeutung beilegt, die über seinen ursprünglichen Sinn hinausgeht. Wenn Berzelius trotzdem an dem Radikalbegriff in dessen älterer Form standhaft festhielt, so muss also der Grund hierfür ausserhalb der elektro-

chemischen Theorie zu suchen sein. Und es unterliegt keinem Zweifel, dass dieser Grund gerade in seinem ebenso standhaften Festhalten an der LAVOISIER'schen Sauerstofftheorie zu suchen ist, nach welcher diesem Grundstoff eine besondere, allen übrigen Elementen gegenüber ungleichartige Stellung zukam. Das Wort „Radikal", welches, wenn man der Angabe LAVOISIER's Glauben schenken darf, von GUYTON DE MORVEAU in die Wissenschaft eingeführt worden ist [1]), wurde von ersterem angewandt, um diejenigen Körper zu bezeichnen, die durch Aufnahme von Sauerstoff in Oxyde oder Säuren übergehen können [2]). Radikal ist also für LAVOISIER gleichbedeutend mit Sauerstoffverbindung weniger Sauerstoff, was natürlich nicht hindert, dass ein Radikal auch mit einem oder mehreren andern zu einem Radikal höherer Ordnung verbunden werden kann; Radikal ist für ihn mithin nur ein allgemeiner Ausdruck für combustible, weil es sowohl einen einfachen brennbaren Stoff, wie auch einen Komplex zweier oder mehrerer solcher bezeichnen kann. Genau dieselbe Auffassung ging in unveränderter Form in das BERZELIUS'sche System über, woraus unmittelbar folgt, dass jedes Wort von sauerstoffhaltigen Radikalen für BERZELIUS — ebenso wie seinerzeit für LAVOISIER — ganz einfach eine contradictio in adjecto werden musste. Es ist bemerkenswert, wie BERZELIUS bei einer Gelegenheit, und zwar in seinem ersten Enthusiasmus über LIEBIG-WÖHLER's Untersuchungen, betreffend das Radikal der Benzoësäure (1832), diese Auffassung fallen zu lassen schien, ganz wie er zehn Jahre früher im Begriff war, sich von der DULONG'schen Theorie für Wasserstoffsäuren fortreissen zu lassen. Allein es dauerte — wie früher — nicht lange, bis die LAVOISIER'sche Anschauungsweise ihre tief eingewurzelte Macht offenbarte, indem sie BERZELIUS' Ideenrichtung aufs neue — diesmal für immer — unter ihre Herrschaft brachte. Schon im Jahre 1833 deutet er das Benzoyl nicht mehr als ein Radikal, sondern als das Oxyd eines sauerstofffreien Radikals [3]).

---

1) Traité élém. I, 69.

2) „Radicaux ou bases oxidables et acidifiables". Ebenda S. 196, 197.

3) Årsberättelse etc., 1833, 207.

Nicht nur in den allgemeinen Hauptzügen der chemischen Theorie machte sich LAVOISIER's Einfluss auf BERZELIUS geltend; auch in Einzelheiten lässt er sich bei einem aufmerksamen Vergleich der Schriften dieser beiden Verfasser in einer manchmal recht auffallenden Weise wahrnehmen. So hinsichtlich der Frage von der Natur der Wärme und des Lichtes. Die Art, wie dieselbe von LAVOISIER beantwortet worden ist, wurde schon bei seinen Lebzeiten von mehreren Seiten für den schwächsten Punkt seines Systems gehalten und bildete für die Anhänger der phlogistischen Lehren einen stets beliebten Angriffspunkt. Trotzdem zeigt es sich, dass seine Anschauung auch in dieser Hinsicht anfänglich in beinahe unveränderter Form von BERZELIUS übernommen wurde. LAVOISIER fasste bekanntlich die Wärme als „einen wirklichen Stoff ohne Schwere" auf[1]). Zwar deutet er in einer Stelle an, dass diese Art, die Sache auszudrücken, nicht allzu wörtlich genommen werden braucht, dass sie m. a. W. keine zwingende Verpflichtung enthält, die Wärme materiell aufzufassen, sondern dass man sich diese auch als eine Art abstossender Kraft denken kann, welche die Molekeln der Materie von einander entfernt[2]). Jedoch sieht man deutlich, dass er sich mit Vorliebe der ersterwähnten Anschauungsweise anschliesst, und besonders in der Lehre von den Gasen spielt das Wärmefluidum eine grosse Rolle als Lösungsmittel für die verschiedenen „Basen", welche Träger der jedem gasförmigen Körper charakteristischen Eigenschaften sind[3]). Sauerstoffgas ist demnach

---

[1]) „Il est difficile de concevoir ces phénomènes (die Abhängigkeit der verschiedenen Aggregatzustände von der Temperatur) sans admettre qu'ils sont l'effet d'une substance réelle et matérielle, d'un fluide très-subtile qui s'insinue à travers les corps et qui les écarte ..... Nous avons en conséquence désigné la cause de la chaleur, le fluide éminnement élastique qui la produit, par le nom de calorique." Traité élém. I, 4, 5.

[2]) „Une cause répulsive quelconque qui écarte les molécules de la matière." Ebenda.

[3]) „Dans toute espèce de gaz on doit distinguer le calorique qui fait en quelque façon l'office de dissolvant et la substance qui est combinée avec lui et qui forme sa base." Traité élém. I, 17. „Le mot gaz est donc pour nous un nom générique, qui désigne le dernier degré de saturation d'une substance quelconque par le calorique." Ebenda S. 54, vgl. 200.

für LAVOISIER eine Verbindung des einfachen Körpers „Sauerstoff“ mit Wärme. Bei der Verbrennung des Phosphors zerlegt dieser das Sauerstoffgas und bemächtigt sich dessen Basis, sodass Wärme frei gemacht wird [1]). Wasserstoff und Sauerstoff haben grosse Neigung, sich mit dem Wärmestoff zu verbinden, wogegen Kohlenstoff eine sehr geringe Verwandtschaft zu demselben hat. Bei der Zersetzung vegetabilischer Stoffe durch Erhitzen verbindet sich Kohle mit Sauerstoff und bildet Kohlensäure, während der Wasserstoff sich mit der Wärme verbindet und Wasserstoffgas erzeugt [2]). An verschiedenen Stellen ist ausdrücklich von den Molekeln der Wärme die Rede u. s. w. [3]).

Wenden wir uns darauf zu der Auffassung BERZELIUS', wie sie beinahe 20 Jahre später in der ersten Auflage des Lehrbuches (1808) dargestellt ist, so finden wir in der Theorie genau dieselbe reservierte Haltung wieder, in der Wirklichkeit aber dieselbe Neigung, den Imponderabilien eine materielle Natur beizulegen. „Unter den einfachen Körpern kommt eine gewisse Klasse von Stoffen vor, denen viele von den hauptsächlichen Eigenschaften der übrigen Körper fehlen, die wir demnach, wenn auch zögernd, zu den eigentlichen, materiellen Stoffen rechnen, und die von mehreren Forschern nur als Eigenschaften solcher Körper betrachtet werden, in denen sie gelegentlich zum Vorschein kommen [4]).“ — Zu dem Licht und der Wärme fügt er noch zwei einfache, nicht wägbare Stoffe, nämlich die Elektricität und den Magnetismus. Von den Gasen sagt er in völligem Anschluss an LAVOISIER: „Durch Ver-

---

[1]) Traité élém. I, 60.

[2]) Ebenda S. 135.

[3]) Ebenda S. 20, 25, 26 u. s. w. — Was das Licht anbetrifft, so spricht sich LAVOISIER ziemlich unbestimmt aus: „La lumière est-elle une modification du calorique, ou bien le calorique est-il une modification de la lumière?“ Tr. él. I, 6. Im allgemeinen schrieb er dem Lichte in dessen Verhältnis zu den wägbaren Stoffen Eigenschaften zu, die denjenigen der Wärme gleich sind. „A l'égard de la lumière — il paroît qu'elle a une grande affinité avec l'oxygène, qu'elle est susceptible de se combiner avec lui, et qu'elle contribue avec le calorique à le constituer dans l'état de gaz.“ Ebenda I, 201.

[4]) Lärbok i Kemien I, 7, 1808.

bindung mit anderen Körpern können sie ..... dahin gebracht werden, feste oder flüssige Form anzunehmen, wobei sie sich von ihrer Wärme trennen, welche dann frei und wahrnehmbar wird. So entsteht z. B. die Hitze bei der Verbrennung, weil das Sauerstoffgas sich mit den brennenden Körpern verbindet und die Wärme, welche den Sauerstoff in Gasform hielt, frei lässt. Jedes Gas hat demnach zwei Hauptbestandteile: die Wärme und den wägbaren Teil, wovon das Gas seinen Namen hat[1])." Und ferner: „Wenn die Metalle oxydiert werden, verbinden sie sich mit Sauerstoff in verschiedenen Zuständen der Dichtigkeit und scheiden nachher eine grössere oder kleinere Menge Wärme aus. Je geringer die Affinität eines Körpers zum Sauerstoff ist, desto weniger Wärme wird hierbei ausgeschieden ..... Der Stickstoff hat die geringste Affinität zum Sauerstoff und bindet ihn mit beinahe seinem ganzen Wärmegehalt[2])." In ganz analoger Weise wird auch die Lichterscheinung erklärt: „Wir nehmen, um unsere Erklärungen zu erleichtern, mutmassungsweise an, dass jeder brennbare Körper, neben seiner wägbaren Grundlage auch Leuchtstoff (schwed. „Lyse") enthält, welcher bei der Verbrennung des Körpers zusammen mit der Wärme des gasförmigen Sauerstoffs entweicht und die Feuererscheinung hervorruft[3])."

Es verdient erwähnt zu werden, dass die eben angeführten Sätze beinahe unverändert noch in der zweiten Auflage des Lehrbuchs beibehalten sind.

Lavoisier verblieb für Berzelius immer der Meister. Der „Grosse" und der „Unsterbliche" sind die stehenden Ausdrücke, mit welchen sein Name in Berzelius' Schriften verknüpft wird. Zu wiederholten Malen hat Berzelius seine aufrichtige Bewunderung für das Genie seines berühmten Vorgängers an den Tag gelegt und das tragische Schicksal bedauert, das ihn einem unvollendeten Werke entriss[4]).

In völliger Übereinstimmung hiermit steht, man könnte

---

[1]) Lärbok i Kemien I, 30, 1808.
[2]) Ebenda II, 15, 16, 1812.
[3]) Ebenda I, 97; vgl. II, 25.
[4]) Siehe Lärb. I, 98, 1808; II, 22, 1812; III, 50, 1818; Afh. V, 539.

9*

beinahe sagen die kindliche Pietät, welche er den Lavoisierschen Ansichten entgegenbrachte: „Lavoisier's schöne Lehre"[1]) war für ihn sozusagen ein teures Erbstück, das nicht leichtsinnig und ohne zwingende Notwendigkeit vergeudet werden durfte. Allein dieses Erbstück war in Berzelius' Hand keineswegs ein totes Kapital. Ebenso energisch, wie er einerseits so lange irgend möglich Lavoisier's System aufrecht zu erhalten suchte, bestrebte er sich anderseits auch, dasselbe unaufhörlich weiter zu entwickeln und auszudehnen, indem er alle später hinzugekommenen Neuerungen von grösserer Bedeutung demselben einfügte und assimilierte, so die elektrochemische Theorie, so die Lehre von den multiplen Proportionen und die atomistische Betrachtungsweise; oder indem er neue Gebiete den leitenden Gesichtspunkten des Systems unterordnete, wie die Mineralogie und späterhin die organische Chemie. Berzelius war, streng genommen, in höherem Grade Systematiker als Theoretiker. Ein origineller Theoretiker in dem Sinne, dass er neuen und ungewöhnlichen Ideen nachjagte, in der bewussten oder unbewussten Absicht, dadurch die Aufmerksamkeit der Mitwelt auf seine Person zu lenken, wurde er niemals. Für diejenigen, welche eine derartige „Originalität" als den höchsten Exponent der wissenschaftlichen Produktion betrachten, muss Berzelius immer auf sehr niedriger Stufe stehen. Seine Stärke in Bezug auf die theoretische Behandlung der Wissenschaft lag vielmehr, wie übrigens schon von einigen seiner älteren Biographen angedeutet worden ist, in seiner ungemeinen Fähigkeit, von verschiedenen Richtungen hergeholte und ursprünglich von einander unabhängige Theorien zu einem harmonischen Ganzen, zu einem einheitlichen Lehrgebäude zusammenzufügen. Nicht ohne Ursache nannte ihn Liebig „unsern ersten Baumeister".[2]) Und obwohl der Grund, auf welchem er sein Gebäude aufführte, und der im wesentlichen dessen Plan bestimmte, schon von Lavoisier gelegt war, entwickelte Berzelius bei der Vollendung des Systems eine so selbständige

[1]) Lärbok i Kemien II, 558, 1812.

[2]) Berzelius und Liebig. Ihre Briefe, herausgeg. v. J. Carrière. 2. Aufl., S. 63.

Thätigkeit in der Bearbeitung, Anordnung und Verschmelzung des, wenn auch manchmal von andern Forschern zuerst hervorgebrachten Materials, dass er es wohl verdient, neben LAVOISIER als einer der grössten Förderer der antiphlogistischen Sauerstofftheorie genannt zu werden. LAVOISIER hatte seine Ideen zum Siege geführt, BERZELIUS hat den Sieg organisiert.

Die Mitwelt enthielt ihm auch dieses Verdienst nicht vor. Sie wusste es im Gegenteil wohl zu würdigen und ging dabei mitunter so weit, dass BERZELIUS nicht selten allein die Lorbeern einheimste, die dem unter seinem Namen vorzugsweise bekannt gewordenen System zukamen, indem man den Anteil anderer entweder ganz übersah oder doch nicht gebührend berücksichtigte. Was besonders LAVOISIER betrifft, so dürfte dies teils darin seinen Grund haben, dass zwischen seinem Tode und BERZELIUS' erstem Auftreten als Theoretiker eine verhältnismässig lange Zeit vergangen war, teils auch darin, dass die früheren Schriften BERZELIUS', in welchen die nahe Zusammengehörigkeit zwischen seinen und LAVOISIER's Lehren am deutlichsten hervortritt, niemals so bekannt wurden wie die späteren, wo diese Zusammengehörigkeit durch neuere Zusätze, die in erster Reihe die Aufmerksamkeit auf sich lenkten, teilweise in den Schatten gestellt wurde. BERZELIUS selbst trägt jedenfalls hieran keine Schuld; denn gewissenhaft hob er stets die Verdienste seiner Vorgänger hervor.

Die Überschätzung aber, welche ihm gewissermassen, ohne sein Hinzuthun, bei Lebzeiten zu Teil geworden ist, rächte sich gar schwer nach seinem Tode. Als die Opposition gegen seine Auffassung sich erhob, als sein System fiel, und als man sich über die — von unserm Gesichtspunkte aus betrachtet — unstreitigen Mängel desselben zu Gericht setzte, war es in erster Reihe stets BERZELIUS und oft er allein, dem die volle Verantwortung zugeschoben wurde, selbst dort, wo die historische Gerechtigkeit es verlangte, dass auch andere neben ihm zur Verantwortung gezogen worden wären. — Wenn man von der phlogistischen Theorie absieht, giebt es wohl kaum ein chemisches System, das so herbe beurteilt, ja so verhöhnt wurde wie gerade das BERZELIUS'sche. Dies ist um so unbefugter, als BERZELIUS verschiedentlich betonte, dass seine Theorie keineswegs darauf

Anspruch mache, ein unmittelbarer, geschweige denn unfehlbarer Ausdruck der Wahrheit zu sein, dass sie vielmehr nur ein Versuch sei, sich von der uns umgebenden Welt der Phänomene eine Vorstellung zu machen.

Was man BERZELIUS besonders vorgeworfen, ist bekanntlich gerade die Sauerstofftheorie, seine Auffassung, dass jedes Salz aus Metalloxyd + einer (wasserfreien) Säure anstatt aus Metall + einem Säurerest (einer Wasserstoffsäure weniger Wasserstoff) bestehe, und die Hindernisse, welche diese Auffassung der Entwicklung der Wissenschaft in den Weg gelegt haben sollte. Dass wenigstens ein Teil der Vorwürfe eigentlich auch LAVOISIER hätte treffen müssen, daran scheint zu jener Zeit keiner gedacht zu haben, ja, die Ironie des Schicksals hat es sogar gewollt, dass der, welcher am kräftigsten zum Sturz der alten dualistischen Salztheorie beitrug, kein geringerer war als der pontifex maximus des übertriebenen gallischen LAVOISIER-Kultus, JEAN BAPTISTE DUMAS. Übrigens kann noch in Abrede gestellt werden, inwieweit man nicht den Einfluss der BERZELIUS'schen Auktorität in jener Hinsicht überschätzt hat. Dass die neuere Auffassung nicht schon damals durchdrang, als sie zum ersten Male in allgemeingültiger Form von DULONG dargestellt wurde, kann jedenfalls um so weniger BERZELIUS zugeschrieben werden, als dieser — weit entfernt, sie unbedingt zu verwerfen[1]) — gerade im Gegenteil ihre Vorzüge in systematischer Hinsicht ausdrücklich betonte; sondern dürfte wohl vielmehr nur als ein Zeichen dafür zu betrachten sein, dass die allgemeine Denkart unter den Vertretern der Wissenschaft damals für die Reform noch nicht genügend reif war. Aber

---

[1]) Noch im Jahre 1836 schreibt BERZELIUS: „Die Versuche mit wasserfreier Schwefelsäure und Chlorsalzen (salter af klor) interessiren mich sehr. Sie scheinen zu dem schon lange erwarteten Resultat zu führen, dass die starke Schwefelsäure nicht etwa SO^3 oder $SO^3 + \bar{H}O$, sondern $SO^4 + \bar{H}$ ist, und dass dieselbe Theorie für die Salze der Salzbildner und die Sauerstoffsalze gilt." Brief an H. ROSE 26. 2. 1836. Und zwei Jahre später äussert er in derselben Frage folgendes: „Mir begnügt es vollkommen, die neue Ansicht neben die alte zu stellen als eine andere Erklärungsart, und was sind in der That unsere Ansichten anders als Erklärungsarten?" Brief an LIEBIG 4. 5. 1838.

dies scheint noch kein Grund zu sein, weshalb diese Männer — Berzelius eingerechnet — dem Tadel der Nachwelt in höherem Grade ausgesetzt sein sollten als andere Gelehrte, deren theoretischen Anschauungen, nachdem sie längere oder kürzere Zeit ihre Aufgabe im Dienste der Wissenschaft erfüllt hatten, verbraucht wurden und von der Bühne abtreten mussten.

Die Erfahrung lehrt uns, dass sich jede Theorie, mag sie bei ihrer Entstehung dem damaligen empirischen Wissen noch so sehr angepasst gewesen sein, gleichwohl in demselben Masse, wie sich dieses Wissen erweitert, nach einiger Zeit damit in Widerspruch gerät, zuerst in einem einzelnen Punkte, später in mehreren, bis sie — trotz der grossen Verdienste, welche sie sich etwa um die Wissenschaft erworben — endlich gänzlich aufgegeben und von einer andern, für den Augenblick bessern ersetzt werden muss, die ihrerseits schliesslich demselben unabänderlichen Schicksal verfällt. Wenn dem aber so ist — und das dürfte wohl kaum von jemand ernstlich bestritten werden — scheint es kaum mit der Gerechtigkeit vereinbar, das Verdienst eines Forschers nur deshalb zu schmälern, weil seine Theorien sich als unfähig erwiesen, der Vergänglichkeit zu widerstehen.

In der historischen Kritik dürfte der Vorgänger dem Nachfolger gegenüber jedenfalls ein gewisses Recht haben, so weit wie möglich nach dem Massstabe des wissenschaftlichen Standpunktes seiner eigenen Zeit beurteilt zu werden. Es ist ein erfreuliches Zeichen, dass dieses Prinzip in letzterer Zeit begonnen hat, sich selbst bei Beurteilung der früher so verpönten und verlachten phlogistischen Theorie geltend zu machen, und man darf wohl hoffen, dass die gleiche Gerechtigkeit seiner Zeit auch Berzelius und seinen Anhängern widerfahren wird.

IV.

Die bestimmten Proportionen.

In seinem chemischen System war LAVOISIER auf die Lehre von den chemischen Proportionen nicht näher eingegangen, offenbar deshalb, weil das damals vorhandene Material, zu dem er allerdings selbst wertvolle Beiträge gegeben, ihm nicht umfassend genug oder nicht hinreichend genau erschien, um daraus irgend welche allgemeine Schlüsse zu folgern. Der grosse Förderer der quantitativen Forschungsmethode war jedoch weit davon entfernt, die hervorragende Bedeutung dieser Lehre für die weitere Entwicklung der Chemie zu unterschätzen, obwohl es ein für seine ganze Auffassungsweise besonders charakteristischer Zug ist, dass er hierbei fast ausschliesslich die Salze berücksichtigte. In dieser Hinsicht bezeichnend sind vor allem die Worte, mit welchen er den ersten Teil des Traité élémentaire abschliesst: „Je ne me dissimule pas qu'il auroit été nécessaire pour completter cet ouvrage, d'y joindre des observations particulières sur chaque espèce de sel, sur sa dissolubilité dans l'eau et dans l'esprit de vin, sur la proportion d'acide et de base qui entre dans sa composition, sur sa quantité d'eau de cristallisation, sur les différens degrés de saturation dont il est susceptible, enfin sur le degré de force avec laquelle l'acide tient à sa base. Ce travail immense . . . . . . n'est encore que médiocrement avancé, et les bases sur lesquelles il repose ne sont pas même encore d'une exactitude rigoureuse . . . . . . C'est un vaste champ ouvert au zèle et à

l'activité des jeunes chimistes; mais qu'il me soit permis de recommander, en terminant ici ma tâche, à ceux qui auront le courage de l'entreprendre, de s'attacher plutôt à faire bien qu'à faire beaucoup; à s'assurer d'abord par des expériences précises et multipliées de la composition des acides, avant de s'occuper de celle des sels neutres. Tout édifice destiné à braver les outrages du tems, doit être établi sur des fondemens solides; et dans l'état où est parvenue la Chimie, c'est en retarder la marche que d'établir ses progrès sur des expériences qui ne sont ni assez exactes, ni assez rigoureuses“ [1]).

Man könnte sagen, dass diese bemerkenswerten Schlussworte einer bemerkenswerten Arbeit LAVOISIER's wissenschaftliches Testament enthalten. Als sie niedergeschrieben wurden, waren die Stürme der Revolution über Frankreich schon hereingebrochen und es scheint, als ob LAVOISIER geahnt hätte, dass ihm selbst wenig Zeit gelassen werden würde, sich einem Werke zu widmen, dessen ausserordentliche Bedeutung für die Wissenschaft keiner so klar einsah wie er. Trotzdem er sich aber gezwungen sah, die Arbeit einer jüngeren Generation zu überlassen, konnte er dennoch nicht umhin, in grösster Allgemeinheit eine Andeutung über die Art ihrer Ausführung zu geben. Es dauerte indessen beinahe zwei Jahrzehnte, ehe jemand hervortrat, der den Mut einerseits besass, dieses „Riesenwerk“ zu übernehmen und anderseits das mit Ausdauer gepaarte Geschick, es gemäss den von LAVOISIER aufgestellten Forderungen durchzuführen.

In diesem, wie in so vielen andern Fällen, war es BERZELIUS vorbehalten, den Mantel des Meisters aufzuheben; und während er — man wird nicht unterlassen dies zu bemerken — als Theoretiker seine Thätigkeit in vieler Hinsicht von den Schranken des LAVOISIER'schen Systems im voraus bestimmt, begrenzt, ja bisweilen geradezu gehemmt sah, hatte er hingegen auf dem in Frage kommenden, rein experimentellen Gebiete bei weitem freiere Hand, weit grössere Gelegenheit, seine individuelle Forscherbegabung zu entwickeln, die für Arbeiten solcher Art eigens geschaffen zu sein schien. Auch wurde das

---

[1]) Traité élém. I, 186, 187.

Werk, welches er auf diesem Gebiete schuf, weit monumentaler und dauerhafter; es wurde, um LAVOISIER's Worte anzuwenden, ein Bau, bestimmt, den Stürmen der Zeit zu trotzen, nachdem das theoretische Lehrgebäude BERZELIUS' längst in Trümmer gegangen.

Dass BERZELIUS in seinen Arbeiten über die chemischen Proportionen keineswegs ohne Vorgänger war, ist wohl bekannt. Ausser den von LAVOISIER an der eben citierten Stelle angeführten Chemikern, möge es hinreichen, in diesem Zusammenhange an die Namen WENZEL, RICHTER, BUCHOLZ, KLAPROTH, VALENTIN ROSE D. J. zu erinnern. Wie wenig aber alle diese Forscher, trotz vieler verdienstvoller Einzelarbeiten, vermocht hatten, die Lösung der grossen Hauptfrage herbeizuführen, geht zur Genüge daraus hervor, dass gerade zu der Zeit, wo BERZELIUS zum ersten Male Hand an die Arbeit legte, noch der interessante Streit zwischen BERTHOLLET und PROUST fortdauerte, ob es überhaupt bestimmte chemische Proportionen in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes gab oder nicht.

Wir wissen aus BERZELIUS' eigener Darstellung, dass seine Arbeiten zur Erforschung der chemischen Proportionen im Jahre 1807 ihren Anfang nahmen und dass der erste Antrieb zu denselben in den Schriften J. B. RICHTER's zu suchen ist, welche er zwecks Ausarbeitung seines im darauf folgenden Jahre herausgegebenen Lehrbuchs einem genauen Studium unterwarf [1]).

RICHTER's Rolle in der ersten Entwicklung der chemischen Proportionslehre ist zu allgemein bekannt, um hier noch weiter hervorgehoben zu werden. Dagegen scheint es im Anschluss hieran angemessen zu sein, die Beschuldigungen zu erwähnen, die gegen BERZELIUS gerichtet worden, weil er die Verdienste RICHTER's nicht gebührend gewürdigt haben soll. So sagt z. B. KOPP anlässlich des Neutralisationsgesetzes [2]): „WENZEL wurde als der Entdecker dieser Regelmässigkeit wesentlich auf den Bericht hin betrachtet, welchen BERZELIUS über die Entwick-

---

[1]) Siehe z. B. Afh. V, 546.

[2]) Die Fortdauer der Neutralität bei der wechselseitigen Zersetzung neutraler Salze.

lung der Lehre von den chemischen Proportionen gegeben hat[1] ..... Wenige Beispiele bietet die Geschichte unserer Wissenschaft, wo in gleichem Grade wichtige und wohlbewiesene Wahrheiten längere Zeit übersehen wurden, und wo, als das Verdienst der Entdeckung derselben endlich zur Würdigung kam, es dem Entdecker noch geschmälert und zu erheblichem Teile mit Unrecht einem andern zugesprochen wurde" [2]). Ähnlich sprechen sich Löwig[3]), Ladenburg[4]) und E. von Meyer aus. Der letztere erkennt anderseits an, dass Berzelius Richter's Verdienste nicht unbeachtet gelassen: „Nach Fischer haben namentlich Gehlen, Schweigger und Berzelius auf die ausgezeichneten Leistungen Richter's nachdrücklich hingewiesen. Die Entdeckung des Neutralitätsgesetzes wurde infolge eines Missverständnisses von Berzelius Wenzel zugeschrieben; diesen Irrtum deckte H. Hess erst 33 Jahre nach dem Tode Richter's auf" [5]).

Diese Aussprüche entbehren keineswegs eines faktischen Grundes; nichts destoweniger können sie, so wie sie dargestellt worden, leicht zu einem in Bezug auf Berzelius nicht ganz korrekten Urteil führen. — Im ersten Teil der Specialarbeit, in welcher Berzelius vorzugsweise seine Untersuchungen über die chemischen Proportionen niedergelegt hat[6]), findet sich als Einleitung eine kurzgefasste geschichtliche Übersicht, worin als die wichtigsten Leistungen auf dem fraglichen Gebiete aufgezählt werden: der Streit zwischen Proust und Berthollet, die quantitativen Untersuchungen von Bucholz und Rose, die Versuche Wollaston's saure Salze betreffend, Dalton's kurz vorher dargestellte Hypothese von den multiplen Proportionen und Richter's gerade auf das Neutralisationsgesetz gegründete

---

[1]) Die Entwickelung der Chemie S. 251, Fussnote.

[2]) Ebenda S. 252—253.

[3]) Jeremias Benjamin Richter, Eine Denkschrift, S. 27 (1874).

[4]) „Richter war der erste, der das Neutralitätsgesetz ausgesprochen hat. Mit Unrecht hat man dies Verdienst früher Wenzel zugeschrieben ..... Dieser Irrtum, der in viele ältere Lehrbücher übergegangen ist, scheint durch Berzelius veranlasst worden zu sein und wurde erst kürzlich von Smith berichtigt." Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie S. 54.

[5]) Geschichte der Chemie S. 150.

[6]) Versuche über die bestimmten Proportionen etc. Afh. III, 162.

Beweisführung, dass die Zusammensetzung der Salze „durch Kalkul berechnet werden kann“. Von WENZEL ist hier überhaupt nicht die Rede. Erst weiterhin sind einige seiner Specialuntersuchungen citiert[1]). In der Reihe von Abhandlungen, die als die unmittelbare Fortsetzung der eben erwähnten Arbeit betrachtet werden können[2]), giebt BERZELIUS sogar ausdrücklich und mit einer nicht misszuverstehenden Deutlichkeit an, dass er gerade durch das Studium der RICHTER-schen Schriften und besonders des Werkes: Über die neueren Gegenstände in der Chemie „die ersten Begriffe von bestimmten Proportionen erhalten hat“. In keiner dieser Abhandlungen findet sich der Name WENZEL's im Zusammenhang mit dem Neutralisationsgesetz oder mit der allgemeinen Entwicklung der chemischen Proportionslehre überhaupt erwähnt. Aus den Originalarbeiten, in welchen sich BERZELIUS vornehmlich mit den chemischen Proportionen beschäftigt, kann für die Auffassung, dass er RICHTER's Verdienst auf diesem Gebiete zu Gunsten WENZEL's geschmälert oder dem ersteren die Ehre aberkannt habe, der Grundleger der Stöchiometrie zu sein, kaum eine Stütze hergeleitet werden.

Gehen wir nachher zum Lehrbuch über, so finden wir im ersten Teile (1808) das Neutralisationsprinzip noch ziemlich kurz behandelt; auch ist es auf keinen bestimmten Autor hingeführt. BERZELIUS hebt hervor, dass „den Analysen der meisten Salze noch die Präcision fehlt, die unbedingt gefordert werden muss, um sie der Berechnung zu Grunde zu legen“ [3]). Unter den Forschern (sechs an der Zahl), denen die zuverlässigsten Beiträge zur Kenntnis der quantitativen Zusammensetzung der Salze zugeschrieben werden, ist wohl RICHTER, nicht aber WENZEL erwähnt. In der darauf folgenden, den Salzen der Alkalien und Erden gewidmeten Abteilung sind die Untersuchung RICHTER's mehr als dreissig[4]), diejenigen WENZEL's nicht ein einziges Mal citiert. — Im zweiten Teile des Lehr-

[1]) Afh. III, 172, 192.
[2]) Afh. V, 94 f.
[3]) Lärbok i Kemien I, 400.
[4]) Besonders betreffs der Quantitäten von Basen, die erforderlich sind, um eine bestimmte Quantität Säure zu sättigen.

buches wird die Entdeckung des Neutralisationsgesetzes und die daraus hergeleitete Schlussfolgerung, dass Mengen von Oxyden, die gleich viel Sauerstoff enthalten, gleicher Mengen einer Säure bedürfen, um neutralisiert zu werden, ausdrücklich RICHTER zugeschrieben [1]). Dass diese Auseinandersetzungen von den Zeitgenossen RICHTER's nicht gebührend berücksichtigt wurden, ist, nach BERZELIUS, auf mangelhafte Genauigkeit bei einigen der experimentellen Belege zurückzuführen. Ungefähr in derselben Weise spricht sich BERZELIUS im Anhang zu der eben citierten Arbeit aus. Was dort über RICHTER gesagt wird, ist zum Teil eine Widerholung des Vorerwähnten [2]). Und wenn es kurz vorher von WENZEL heisst, er habe das Verhältnis dargethan, „welches zwischen den Quantitäten der Basen, von welchen die Säuren gesättigt werden, besteht und was zur Folge hat, dass bei der wechselseitigen Zerlegung zweier neutralen Salze die Neutralität erhalten wird“ [3]), so braucht dies nicht unbedingt so gedeutet werden, dass WENZEL selbst den letztgenannten Schluss aus seinen Versuchen gezogen. Indessen dürfte gerade diese Stelle mit ihrem etwas schwebenden Wortlaut als der erste Ursprung des verhängnisvollen Irrtums betrachtet werden müssen. Und man kann eigentümlicherweise Schritt für Schritt die Entwicklung dieses Irrtums verfolgen, der wahrscheinlich dadurch entstanden ist, dass der Schreibende, sich seiner eigenen Worte erinnernd, in dieselben einen andern Sinn hineinlegte, als er von anfang an beabsichtigt hatte. So heisst es nämlich S. 561 „WENZEL's und RICHTER's Sätze betreffend die Erhaltung der Neutralität“ und hieraus wurde schliesslich S. 565 „WENZEL's Regel für die Dekomposition der Salze unter Erhaltung der Neutralität“. Da diese Ausdrücke, besonders der letztgenannte, mit der ganzen früheren Darstellung BERZELIUS' in schroffem Widerspruch steht, so ist es klar, dass hier von

[1]) „RICHTER bemerkte schon vor etwa 15 Jahren, dass die Salze hierbei ihre Neutralität behielten, woraus notwendig folgte, dass die Menge des Sauerstoffs in den Oxyden, welche die Säure sättigten, dieselbe sein musste.“ Lärbok i Kemien II, 37, 1812.

[2]) Ebenda S. 557.

[3]) Ebenda.

keinem Missverständnis, geschweige denn von einer mehr oder weniger absichtlichen Ignorierung der Verdienste eines Vorgängers die Rede sein kann. Das Ganze reduciert sich auf einen Lapsus Calami, der im übrigen in Anbetracht der erstaunlichen Produktivität BERZELIUS' leicht erklärlich und sogar verzeilich ist. Durch ein eigentümliches Übersehen ist dieser fehlerhafte Ausdruck aber auch im 3. Teile des Lehrbuchs (1818) stehen geblieben und von da aus in die deutschen Auflagen übergegangen wie auch in den „Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen" (1820), der eigentlich nur ein Auszug aus dem Lehrbuch ist. Später ist die Stelle von vielen nachfolgenden Verfassern abgeschrieben worden, ohne auf ihre Richtigkeit näher geprüft zu werden.

Es verdient indessen bemerkt zu werden, dass BERZELIUS gerade in dem eben erwähnten 3. Teil auch die Beiträge BERGMAN's zur Lösung der Proportionalitätsfrage [1]) hervorhebt, wozu er noch die Anmerkung hinzufügt, dass RICHTER „den dunkel ausgedrückten Ideen BERGMAN's von der gegenseitigen Ausfällung der Metalle eine Klarheit und Deutlichkeit gab, welche sie beinahe zu RICHTER's eigene Entdeckung machen [2])."

Auf Grund des oben angeführten will es scheinen, dass die vermeintliche Nichtbeachtung der Verdienste RICHTER's, die man zu wiederholten Malen BERZELIUS vorgeworfen hat, nicht wenig übertrieben ist, und dass die irrtümliche Angabe, welche er sich wirklich zu Schulden kommen liess — weit entfernt, eine spätere, mit grossem Apparat ausgeführte „Entdeckung" RICHTER's nötig zu machen — am einfachsten durch einen Vergleich mit seinen früheren Äusserungen in derselben Frage hätte berichtigt werden können.

Wie schon gesagt, fing BERZELIUS seine Experimentaluntersuchungen betreffend die chemischen Proportionen im Jahre 1807 an und der erste Ausgangspunkt bildete, seiner eigenen

---

[1]) Die vorzugsweise im folgenden Satze zum Ausdruck kommen: „phlogisti mutuas quantitates praecipitatis et praecipitandi ponderibus esse inverse proportionales." De diversa phlogisti quantitate in metallis. Opuscula III, 151 (1783).

[2]) Lärbok i Kemien III, 4, 1818.

Angabe gemäss, sein Versuch zur Bestimmung der Zusammensetzung des Ammoniaks [1]).

Die Arbeit nahm, wie nicht anders zu erwarten, mehrere Jahre in Anspruch und dauerte streng genommen während seiner ganzen späteren Lebenszeit fort. Den bei weitem grössten Teil derselben führte er jedoch während der ersten zwölf Jahre d. h. 1807 bis 1818 aus, während einer Periode also, deren Abschluss durch die im letztgenannten Jahre (als Anhang zum dritten Teil des Lehrbuchs) erschienene umfangreiche Tabelle über die Zusammensetzung chemischer Verbindungen und die Atomgewichte der Grundstoffe bezeichnet wird [2]). Nach dieser Zeit hat er vorzugsweise einzelne Zusätze und Berichtigungen zu den bereits gewonnenen Hauptresultaten gemacht. Die Schriften, in denen BERZELIUS die Ergebnisse dieser wahrhaft klassischen Untersuchung niederlegte, sind in schwedischer Sprache zumeist in den „Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi“ veröffentlicht und zwar im III. bis VI. Teile (1810 bis 1818), teils unter dem allgemeinen Titel „Versuche betreffend die bestimmten Verhältnisse, nach welchen die Bestandteile der anorganischen Natur verbunden sind“, teils unter verschiedenen andern, specielleren Rubriken. Auch die Publikationen der schwedischen Akademie der Wissenschaften enthalten mehrere der diesbezüglichen Abhandlungen. In deutscher Sprache sind sie teils in GILBERT's Annalen der Physik [3]), teils in SCHWEIGGER's Journal für Chemie und Physik [4]) sowie in TROMMSDORFF's Journal der Pharmacie [5]) wiedergegeben, ausser-

---

[1]) „Unter meinen Versuchen zur Bestimmung der Zusammensetzung des Ammoniaks beschloss ich, dieses wichtige Theorem (RICHTER's Neutralitätsgesetz) gewissenhaft zu prüfen, und nach vielen mühsamen und zum Teil auch misslungenen Versuchen hat es sich vollkommen bestätigt.“ Lärbok i Kemien II, 37, 1812.

[2]) Tabell, som utvisar vigten af ..... enkla och sammansatta kroppars atomer etc., Stockholm 1818, 4°.

[3]) Bd. **37**, **38** (1811); **40**, **42** (1812); **46** (1814); **53** (1816).

[4]) Bd. **2** (1811); **6** (1812); **7** (1813); **11** (1814); **15** (1815); **16** (1816); **21** (1817); **23** (1818); **30** (1820).

[5]) Bd. XX, XXI (1812); Neues Journ. d. Pharm. II (1818).

dem noch französisch in den Annales de Chimie [1]) und englisch in Philosophical Magazine [2]) sowie in THOMSON's Annals of Philosophy [3]).

In der geschichtlich chemischen Litteratur findet man diese Untersuchungen in der Regel in ziemlicher Kürze behandelt, selbst dort, wo man ihre grosse Bedeutung für die Wissenschaft hervorhebt. Zum Teil findet dies in ihrer streng experimentellen Natur seine ungezwungene Erklärung. Man hat sich mit Vorliebe mit den Hypothesen beschäftigt, die in verschiedenen Zeiten BERZELIUS bei der Formulierung der chemischen Verbindungen zur Richtschnur gedient haben. Wie die Formeln je nach den wechselnden Auffassungen von Zeit zu Zeit ihre Gestalt veränderten, und welche Streitigkeiten sich daran knüpften, ist daher ziemlich eingehend behandelt worden. Die Entstehung der unveränderlichen analytischen Grundlage, worauf das eine Formelsystem wie das andere ruht, ist dagegen meistens in allgemein gehaltenen Worten geschildert worden. Daher war es auch ohne eingehendes Studium der umfassenden, weit zerstreuten und nicht überall leicht zugänglichen Quellenlitteratur bisher kaum möglich, sich weder von dem Umfang noch von der Genauigkeit der fraglichen Untersuchungen eine exakte Vorstellung zu machen. Von diesem Gesichtspunkte aus dürfte es nicht ganz überflüssig sein, an dieser Stelle in gedrängter Form eine möglichst vollständige Übersicht dieser Untersuchungen zu geben, insofern sie in den hier in Betracht kommenden Zeitraum fallen.

BERZELIUS selbst hat die Ergebnisse seiner stöchiometrischen Forschungen im allgemeinen in chronologischer Reihenfolge angegeben. Im Interesse einer grösseren Übersichtlichkeit mögen sie hier in alphabetischer Ordnung angeführt werden; durch Hinweis auf die betreffenden, mit Jahreszahl versehenen Originalabhandlungen ist jedoch gleichzeitig eine annähernde Bestimmung der Zeitfolge der einzelnen Versuche ermöglicht worden. Die in Klammern hinzugefügten Zahlen sind, um den

---

[1]) Bd. **78—83** (1811, 1812); **94, 95** (1815); **2** (1816); **5, 6** (1817); **9** (1818); **11** (1819).

[2]) Bd. **41—43** (1813).

[3]) Bd. **2—20** (1813—1820).

Vergleich zu erleichtern, auf Grund der jetzt (1899, nach dem Vorschlag der 1898er Kommission) angenommenen Atomgewichten berechnet worden.

Aluminium.

Aluminiumoxyd; die Zusammensetzung wurde durch Analyse des Aluminiumsulfats (siehe unten) bestimmt: 53.274 % Aluminium, 46.726 % Sauerstoff[1]) (53.03, 46.97).

Aluminiumsulfat; direkte Analyse durch Glühen des mittels Alkohols ausgefällten Salzes: 29.934 % Thonerde, 70.066 % Schwefelsäure (= SO_3)[1]).

Alaun; das Krystallwasser wurde durch Erhitzen, die Schwefelsäure mittels Chlorbaryum, die Thonerde durch Fällen mit Ammoniak, das Kali durch Fällen mit Strontiumkarbonat und Eindampfen des Filtrats bestimmt: 9.81 % Kali, 10.86 % Thonerde, 34.23 % Schwefelsäure, 45.00 % Wasser[2]).

Antimon.

Antimonoxyd „Oxydum stibiosum" (= Sb_2O_3); die Zusammensetzung wurde aus der des Schwefelantimons berechnet. Antimon: Sauerstoff = 100 : 18,6 oder in % 84.32 : 15.68[3]) (83.33, 16.67).

„Antimonige Säure, weisses Antimonoxyd, spiessglanzigte Säure" (= Sb_2O_4); die Zusammensetzung wurde auf synthetischem Wege, durch Oxydation des Metalls mit rauchender Salpetersäure ermittelt: 80.13 % Antimon, 19.87 % Sauerstoff[4]) (78.95, 21.05).

Antimonsäure, „gelbes Antimonoxyd" (= Sb_2O_5); durch Oxydation des metallischen Antimons mit Königswasser, Trocknen, Erhitzen und Glühen: 76.34 % Antimon, 23.66 % Sauerstoff (75.00, 25.00). Das Verhältnis zwischen den Sauerstoffmengen in den verschiedenen Oxyden des Antimons sonach $1 : 1^1/_3 : 1^2/_3$[5]).

---

[1]) Afh. V, 141; GILB. A. 40. 260, 1812.

[2]) Afh. V, 170; GILB. A. 40. 311.

[3]) Afh. V, 490; K. Vet. Akad. Handl. 1812. 189; GILB. A. 42, 283, 1812; SCHWEIGG. J. 6, 155, 1812.

[4]) Afh. V, 492; K. Vet. Akad. Handl. 1812, 192; SCHWEIGG. J. 23, 200, 1818. Nach einer älteren Bestimmung Sb : O = 78.19 : 21.81, GILB. A. 42, 283, 1812; SCHWEIGG. J. 6, 155, 1812.

[5]) Afh. V, 494; K. Vet. Akad. Handl. 1812, 194; SCHWEIGG. J. 23, 202, 1818. Sb : O = 100 : 37.2 GILB. A. 42, 283, 1812; SCHWEIGG. J. 6, 155.

Schwefelantimon, „svafvelbunden antimon" schwed. (= Sb_2S_3); durch Synthese: Antimon: Schwefel = 100 : 37.3 oder in % = 72.83 : 27.17 [1]) (71.39, 28.61).

Kaliumantimonit (= $K_2Sb_2O_5$); 23.4 % Kali, 76.6 % „antimonige Säure" (= Sb_2O_4) [2]) (23.68, 76.32).

Antimonite von Baryum, Calcium, Blei, Mangan, Eisen. Kobalt, Kupfer [2]).

Kaliumantimoniat (= $KSbO_3$): 20.8 % Kali, 79.2 % Antimonsäure [3]) (22.76, 77.23).

Antimoniate von Baryum, Calcium, Blei, Zink, Mangan, Eisen, Kobalt, Kupfer und Quecksilber [3]).

Betreffs der Analyse der Antimonverbindungen hat BERZELIUS zu wiederholten Malen die damit verbundenen Schwierigkeiten hervorgehoben und auch selbst seine Resultate nur als annähernde bezeichnet. Bekanntlich dauerte es bis Ende der fünfziger Jahre, ehe wesentlich genauere Werte (durch SCHNEIDER) erzielt wurden.

Arsen.

Arsenige Säure; durch Überführen derselben in Schwefelarsen: 75.782 % Arsen, 24.21 % Sauerstoff (75,76, 24.24), Sättigungskapacität der Säure 7.972 [4]).

Arsensäure; die Zusammensetzung wurde aus der Sättigungskapacität, 13.886, berechnet: 65.283 % Arsen, 34.717 (= 13.886 × 2½)% Sauerstoff [5]) (65.22, 34.78). Das Verhältnis der Sauerstoffmengen in der arsenigen Säure und der Arsensäure = 3 : 5 berechnet.

Die Schwefelverbindungen des Arsens. Realgar und Auripigment waren früher von KLAPROTH und LAUGIER [6]) untersucht worden [7]). BERZELIUS wies nach, dass der Schwefel in diesen

---

[1]) Afh. V, 490; vgl. K. Vet. Akad. Handl. 1812, 191.

[2]) K. Vet. Akad. Handl. 1812, 235; SCHWEIGG. J. 6, 167.

[3]) K. Vet. Akad. Handl. 1812, 227 f.; SCHWEIGG. J. 6, 160 f., 1812.

[4]) Afh. V, 459; SCHWEIGG. J. 23, 173, 174, 1818. Unter Sättigungskapacität versteht BERZELIUS die Sauerstoffmenge, welche in der zur Sättigung von 100 Teilen Säure erforderlichen Quantität einer beliebigen Base enthalten ist.

[5]) Afh. V, 464, 468; SCHWEIGG. J. 23, 180, 1818; vgl. TROMMSD. N. J. Pharm. II, 2 St., 49, 1818; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 2 St., 164, 1812.

[6]) ANDRÉ LAUGIER, geb. 1770, gest. 1832, Prof. am Muséum d'hist. nat. Paris.

[7]) An dieser sowie an folgenden Stellen sind in erster Linie die-

beiden Verbindungen sich wie 2 : 3 verhält, und dass im Auripigment 61 % Arsen und 39 % Schwefel enthalten sind [1]), welche Zahlen fast völlig mit denjenigen übereinstimmen, die sich aus den jetzigen Atomgewichten berechnen lassen (60.93, 39.07). LAUGIER hatte 61.86 bezw. 38.14 gefunden.

„Neutraler arsensaurer Baryt", Baryumpyroarseniat (= $Ba_2As_2O_7$); aus Baryumnitrat und Natriumarseniat hergestellt, durch Waschen und Glühen des entstandenen Niederschlags: 57.06 % Baryt, 42.94 % Arsensäure [2]) (57.15, 42.85.)

„Basisches" (Ortho-)Salz (= $Ba_3As_2O_8$), aus der vorhergehenden Verbindung durch Digerieren mit Ammoniak und nachheriges Glühen des Produktes gewonnen; 66.56 % Baryt, 33.44 % Arsensäure [3]) (66.68, 33.32).

Arsenigsaures Bleioxyd, a) neutrales Salz (= $PbAs_2O_4$). Aus krystallisierter arseniger Säure und einer genau abgewogenen Menge Bleinitrat synthetisch dargestellt; 52.654 % Bleioxyd, 47.356 % arsenige Säure (52.96, 47.04), woraus die Sättigungskapacität der letzteren berechnet wurde (siehe oben). b) Basisches Salz mit 68.7 % Bleioxyd [4]).

„Neutrales arsensaures Bleioxyd", Pyrosalz: 65.86 % Bleioxyd, 34.14 % Arsensäure [5]) (65.97, 34.03). „Basisches" (Ortho-) Salz: 74.75 % Bleioxyd, 25.25 % Arsensäure [5]) (74.41, 25.59).

Baryum.

Baryterde; die Zusammensetzung wurde aus der Menge Baryt berechnet, die einer bestimmten Quantität Salzsäure zur Sättigung dient: 89.529 % „Barytium", 10.471 % Sauerstoff [6]) (89.57, 10.43).

Baryumchlorid, a) „wasserfreier, salzsaurer Baryt"; durch Ausfällung des Chlors mit Silbernitrat: 73.63 % Baryt, 26.37 % „Salzsäure", d. h. nach der jetzigen Anschauungsweise Chlor weniger

---

jenigen Forscher angeführt worden, welche BERZELIUS selbst als seine Vorgänger citiert.

[1]) Afh. V, 473.

[2]) Afh. V, 461; vgl. SCHWEIGG. J. 21, 329, 1817.

[3]) Afh. V, 462; SCHWEIGG. J. 21, 331, 1817; 23, 175, 1818.

[4]) Afh. V, 463, 464; SCHWEIGG. J. 21, 333, 334; 23, 176; vgl. TROMMSD. J. Pharm. XXI, 2 St., 161, 1812; GILB. A. 38, 206, 1811.

[5]) Afh. V, 461; SCHWEIGG. J. 21, 331; 23, 175; vgl. TROMMSD. J. Pharm. XXI, 2 St., 164.

[6]) Afh. V, 111; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 85, 1812. Vgl. GILB. A. 37, 457; 38, 170, 1811.

Sauerstoff (= Cl_2—O)[1]) (73.65, 26.35). Ältere Analysen h… 73.7728 und 26.2272[2]) bezw. 74.25 und 25.75[3]) ergeben. V. R… und BUCHOLZ hatten früher einen um 1–2 % zu niedrigen … säuregehalt gefunden. b) Wasserhaltig: 61.852 % Baryt, 23.349 % Salzsäure, 14.799 % Krystallwasser. „Das Krystallwasser enthält doppelt so viel Sauerstoff als die Erde"[4]).

Baryumfluorid wurde durch Zerlegung mittels Schwefelsäure und darauf folgendes Glühen analysiert: 87.18 % Baryt, 12.82 % „Fluss-spathsäure" (= Fl_2—O)[5]) (87.46, 12.54).

Baryumkarbonat; frühere Bestimmungen von KLAPROTH und V. ROSE hatten 78 % Baryt und 22 % Kohlensäure ergeben. BUCHOLZ fand 79 bezw. 21 %. Nach BERZELIUS enthält das Salz 22.38 % Kohlensäure und somit 77.62 % Baryt[6]) (22,29, 77.71).

Baryumnitrat; durch Überführung in Sulfat: 58.25 % Baryt, 41.75 % Salpetersäure (= N_2O_5)[7]) (58.67, 41.33).

Baryumsulfit; 69.74 % Baryt, 41.75 % Salpetersäure, 1.42 % Wasser[8]).

Baryumsulfat; ältere Analysen von KLAPROTH und BUCHOLZ[9]) hatten 67 bezw. 67.52 % Base und 33 bezw. 32.48 % Säure ergeben. BERZELIUS, der diese wichtige Verbindung zu wiederholten Malen einer erneuten Untersuchung unterwarf (besonders durch Überführung des Chlorbaryums in Chlorsilber und Baryumsulfat), gelangte zuletzt zu Resultaten von einer solchen Genauigkeit, dass sie auch später, bis in die letzten Jahre als musterhaft angesehen werden könnten, nämlich 65.643 % Baryt und 34.357 % Schwefelsäure[10]) (65.71, 34.29).

---

[1]) Afh. V, 400; SCHWEIGG. J. 23, 117, 1818.

[2]) Afh. V, 110; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 84, 1812, GILB. A. 38, 169, 1811.

[3]) Afh. III, 193; GILB. A. 37, 286, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XX. 2 St., 332.

[4]) Afh. V, 150; GILB. A. 40, 283, 1812.

[5]) Afh. V, 451.

[6]) Afh. V, 111, Fussnote; vgl. S. 116; ältere Versuche Afh. III, 180; TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 316, 1811; XXI, 84; 2 St., 151, 1812; GILB. A. 37, 269; 38, 169, 1811.

[7]) Afh. V, 128; GILB. A. 40, 165, 1812.

[8]) Afh. III. 186; GILB. A. 37, 275, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XX. 2 St., 322, 1811.

[9]) SCHERER's Journal 10, 385.

[10]) Afh. V, 401; SCHWEIGG. J. 23, 117, 1818; ältere Bestimmungen Afh. V, 111 sowie III, 181; TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 316, 1811; XXI, 84, 85, 1812; GILB. A. 37, 270; 38, 169, 1811.

Beryllium.

Beryllerde: 68.861 % Metall, 31.136 % Sauerstoff [1]).

Berylliumchlorid: 49.135 % Beryllerde, 50.865 % „Salzsäure“ [1]).

Berylliumsulfat (= $BeSO_4$); Ausfällung mit Ammoniumkarbonat bezw. Chlorbaryum: 24.33 % Beryllerde und 75.67 % Schwefelsäure (23.87, 76.13). BERZELIUS fasste indessen diese Verbindung als saures Salz auf und wurde dadurch zu einer fehlerhaften Berechnung des Sauerstoffgehaltes der Beryllerde verleitet [2]).

Blei.

Bleioxyd, „gelbes Bleioxyd“ auch „Bleioxydul“ genannt; früher von BUCHOLZ untersucht. Wenige Verbindungen hat BERZELIUS einer so genauen und so oft wiederholten Analyse unterworfen wie gerade das Bleioxyd. Die verschiedenen Methoden, denen er sich hierbei bediente, waren folgende: 1) Glühen des Bleinitrats; 2) Bestimmung des Chlors im Bleichlorid; 3) Glühen des Karbonats und 4) direkte Analyse des Oxyds durch Reduktion mit Wasserstoffgas. Als Mittel einer grossen Anzahl mit ausserordentlicher Sorgfalt ausgeführter Bestimmungen giebt er schliesslich an: 92.829 % Blei, 7.171 % Sauerstoff oder auf 100 T. Blei 7.725 T. Sauerstoff [3]), welche Zahlen fast völlig mit denen übereinstimmen, die sich aus STAS' Analysen berechnen lassen (92.82, 7.18).

---

[1]) SCHWEIGG. J. 15, 299, 300, 1815.

[2]) Försök att ..... grundlägga ett rent vetenskapligt System för Mineralogien, Bilaga 5, S. 98, 1814; SCHWEIGG. J. 15, 297.

[3]) Afh. V, 394, SCHWEIGG. J. 23, 112, 1818; vgl. Afh. V, 101, TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 301, 1811; XXI, 68, 1812; GILB. A. 37, 330, 1811. Noch genauere Angaben in TROMMSD. N. J. Pharm. II, 2 St., 45, 1818, wonach 100 T. Bleioxyd durch Reduktion 7.182 T. Sauerstoff verlieren. Eine ältere Bestimmung (Afh. III, 168; GILB. A. 37, 257, 1811) hatte das Verhältnis Blei: Sauerstoff = 100:7.75—7.8 ergeben. Schon von dieser verhältnismässig weniger genauen Bestimmung äussert OSTWALD folgendes (Klassiker der exakten Wissenschaften 35, 212): „Das richtige Verhältnis ist 7.733 Th. Sauerstoff auf 100 Th. Blei, statt der von BERZELIUS gefundenen Zahl 7.75 bis 7.8. Man kann nicht umhin, die Genauigkeit zu bewundern, die BERZELIUS zu einer Zeit zu erreichen wusste, in welcher die Technik der quantitativen Analyse erst zu schaffen war.“ Der Leser bleibt indessen hier in Unwissenheit, dass es kurz nachher BERZELIUS selbst gelang, eine noch weit höhere Genauigkeit zu erreichen. Seine Analyse des Bleichlorids kommt dem von O. angegebenen Normalwert (7.733) sogar noch näher als der oben genannte Mittelwert; sie hat nämlich 7.7316 T. Sauerstoff auf 100 T. Blei ergeben. Afh. V, 394; SCHWEIGG. J. 23, 111, 1818.

Mennige „rotes Bleioxyd"; durch Umwandlung in Bleioxyd: 90 % Blei, 10 % Sauerstoff [1]) (90.65, 9.35).

Bleisuperoxyd, „braunes Bleioxyd"; in ähnlicher Weise wie das vorhergehende analysiert: 86.51 % Blei [2]) 13.49 % Sauerstoff [3]) (86.60, 13.40). „Als Resultat scheint aus diesen Versuchen zu folgen, dass das Blei in seinen drei verschiedenen Oxydationsgraden den Sauerstoff in Mengen aufnimmt, die zu einander in dem Verhältnis von 1 : 1½ : 2 stehen." Demgemäss formulierte er noch im Jahre 1818 diese Oxyde PbO_2, PbO_3, PbO_4.

Schwefelblei, früher von WENZEL untersucht, welcher 86.8 % Blei und 13.2 % Schwefel gefunden hatte [4]). Die von BERZELIUS angegebenen Werte, durch direkte Synthese der Verbindung aus den Elementen ermittelt, sind 86.64 % Blei und 13.36 % Schwefel [5]), nach einem älteren Versuche 86.51 bezw. 13.49 [6]) (86.58, 13.42).

Bleichlorid; durch Überführen des gelben Bleioxyds in „Hornblei", durch Fällen mit Silbernitrat sowie durch Fällen mit Schwefelsäure erhielt BERZELIUS Werte, die für Bleioxyd zwischen 80.82—80.26 und für „Salzsäure" zwischen 19.18—19.74 % schwankten [7]) (80.24, 19.76).

Bleikarbonat; durch Glühen des Salzes und Wägen des rückständigen Oxyds: 83.5 % Bleioxyd, 16.5 % Kohlensäure [8]) (83.51, 16.49) und bei einem spätern Versuche 83.333 % Bleioxyd, 16.447 % Kohlensäure, 0.22 % Feuchtigkeit [9]).

Bleinitrat, neutrales; das Salz wurde durch Glühen zer-

---

[1]) Afh. III, 169. Tabell etc. 58, 1818; GILB. A. 37, 258, 1811; TROMMSD. XX, 2 St., 301, 1811.

[2]) Im Texte steht eines Druckfehlers zufolge 86.81.

[3]) Afh. III, 170; GILB. A. 37, 259, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 303, 1811.

[4]) Lehre von der Verwandtschaft S. 394. Nach BERZELIUS.

[5]) Afh. V, 97; GILB. A. 37, 326, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 64, 1812.

[6]) Afh. III, 172; GILB. A. 37, 260, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 305, 1811.

[7]) Afh. III. 201; V, 110, 392; GILB. A. 37, 294; 38, 168, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 340, 1811; XXI, 83, 1812; SCHWEIGG. J. 23, 110, 1818.

[8]) Afh. V, 116; GILB. A. 38, 197, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 2 St., 151, 1812.

[9]) Afh. V, 393; SCHWEIGG. J. 21, 324, 1817; 23, 111, 1818.

legt: 67.22 bezw. 67.31 % Bleioxyd, 32.78 bezw. 32.69 % Salpetersäure [1]) (67.35, 32.65).

Bleinitrat, basisches. 1. „Subnitras biplumbicus", entsteht, „wenn man zu einer Auflösung von neutralem salpetersaurem Blei weniger Ammoniak hinzusetzt, als erforderlich ist, um die ganze Menge des neutralen Salzes zu zersetzen". Salpetersäure: Bleioxyd = 100 : 411.82. 2. „Subnitras triplumbicus", aus neutralem Nitrat und „so viel kaustischem Ammoniak, als $^2/_3$ der Salpetersäure zu sättigen vermag". Salpetersäure: Bleioxyd = 100 : 617.73. 3. „Subnitras seplumbicus", aus den beiden vorhergehenden Salzen durch Digerieren mit überschüssigem Ammoniak hergestellt. Salpetersäure: Bleioxyd = 100 : 1235.46 [2]). Die eingehende Untersuchung dieser drei basischen Salze bezweckte — wie schon oben angedeutet — in erster Linie die von BERZELIUS damals noch verteidigte Nitricumtheorie experimentell zu stützen.

Bleinitrit, „neutrales salpetrigsaures Bleioxyd"; (von BERZELIUS $NO_4 + PO$ formuliert) 70.375 % Bleioxyd, 23.925 % salpetrige Säure, 5.700 % Wasser [3]).

Bleinitrit. 1. Basisches Salz, früher von PROUST und THOMSON beobachtet. Ersterer hielt es für ein Salz, „worin das Blei auf eine niedrigere Stufe der Oxydation gebracht sei". Letzterer betrachtete es als basisches Bleinitrat. BERZELIUS fand: 79.75 % Bleioxyd, 13.57 % salpetrige Säure, 6.68 % Wasser und drückte die Zusammensetzung durch die Formel $NO_4 + 2PO$ aus [4]). 2. „Überbasisches" Salz, $NO_4 + 4PO$: 90.42 % Bleioxyd, 7.74 % salpetrige Säure, 1.84 % Wasser [5]).

Bleisulfat; metallisches Blei sowie auch Bleioxyd wurde in Sulfat umgewandelt: 73.65 % Bleioxyd, 26.35 % Schwefelsäure [6]) bezw. 73.615 und 26.385 % [7]) (73.57, 26.43).

Bor.

Borsäure, „Boraxsäure". Die Zusammensetzung wurde aus der Sättigungskapacität (siehe oben) berechnet. Frühere Versuche

---

[1]) Afh. V, 129, 163; GILB. A. 40, 166. 1812; SCHWEIGG. J. 23, 109, 1818.

[2]) Afh. V, 208 f.; eine ältere Untersuchung ebenda S. 161; GILB. A. 46, 142—145, 1814; vgl. 40, 176, 1812.

[3]) Afh. V, 183, 222; GILB. A. 40, 200, 1812.

[4]) Afh. V, 178, 222; GILB. A. 40, 191.

[5]) Afh. V, 227; vgl. S. 184 und GILB. A. 40, 201.

[6]) Afh. V, 103, 395; vgl. III, 176; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 70, 1812.

[7]) GILB. A. 37, 331, 1811.

hatten von einander sehr abweichende Resultate ergeben. So hatte DAVY 73 % Sauerstoff, GAY-LUSSAC und THENARD hingegen nur 33 % gefunden, ein treffendes Beispiel der Unsicherheit, die damals in bezug auf die Kenntnis der chemischen Proportionen noch herrschte [1]). Die älteren Untersuchungen BERZELIUS' ergaben einen Wert, der demjenigen DAVY'S ziemlich nahe kommt, oder 74 %. Er charakterisierte indessen diese Bestimmung als einen blossen „Versuch" und hob ausdrücklich hervor, dass die Frage einer näheren Untersuchung bedürfe, ehe sie als endgültig beantwortet angesehen werden könne [2]), weshalb er auch später (1824) die Untersuchung wieder aufnahm, wobei er — diesmal durch Analyse des Natriumbiborats — den Sauerstoffgehalt der Borsäure zu 68.81 % bestimmte (68.57). Sättigungskapacität 11.468 [3]).

Borate des Ammoniums und Magnesiums, siehe Afh. V, 446 [4]).

Calcium.

Calciumoxyd; die Zusammensetzung wurde aus der Analyse des wasserfreien Chlorcalciums berechnet: 71.733 % „Basis", 28.267 % Sauerstoff [5]); später 71.84 % Calcium, 28.16 % Sauerstoff [6]) (71.43, 28.57).

Calciumhydrat: 100 T. Kalk aus carrarischem Marmor ergaben 132.1—132.5 T. Kalkhydrat. „Wasser und Kalkerde enthalten somit gleiche Quantitäten Sauerstoff [7]).

Calciumchlorid. 1. Wasserfrei: 51.9 % Kalk, 48.1 % „Salzsäure" [8]), später 51.117 bezw. 48.883 % [9]) (50.50, 49.50).

---

[1]) Siehe DAVY, Elements of Chemical philosophy Part I, Vol. I, 317, 1812.

[2]) Afh. V, 444; vgl. SCHWEIGG. J. 21, 317, 1817; 23, 163, 1818.

[3]) K. Vet. Akad. Handl. 1824. Årsberättelse, Stockholm 1825, 89.

[4]) Auch SCHWEIGG. J. 21, 317.

[5]) Afh. III, 268; vgl. die „Berichtigungen" der letzten Seite! GILB. A. 37, 457, 1811.

[6]) Afh. V, 114, vgl. S. 138. Betreffs früherer Versuche, die Zusammensetzung des Kalkes aus der Menge Karbonat bezw. Sulfat zu berechnen, die aus einer gegebenen Quantität Calciumamalgam erhalten wurde, sowie durch Analyse des Calciumsulfats und Umwandlung des Karbonats in wasserfreies Chlorid, siehe Afh. III, 265—267; GILB. A. 38, 172, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 88, 1812.

[7]) Afh. V, 137; GILB. A. 40, 254, 1812.

[8]) Afh. III, 268; GILB. A. 37, 456.

[9]) Afh. V, 114; GILB. A. 38, 172, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 88, 1812.

2. Wasserhaltig (= $CaCl_2 + 6H_2O$): 25.71 % Kalk, 24.69 % „Salzsäure", 49.60 % Wasser [1]) (25.57, 25.07, 49.36).

Calciumfluorid; reinster natürlicher Flussspath wurde in wasserfreies Calciumsulfat umgewandelt: 72.137 % Kalk, 27.863 % „Flussspathsäure" (= Fl_2—O) [2]) (71.80, 28.20).

Calciumkarbonat; früher von BUCHOLZ [3]) und KLAPROTH [4]) untersucht; BERZELIUS bestimmte den Kalk durch heftiges Glühen in einem Windofen, die Kohlensäure aus der beim Zerlegen mit einer gewogenen Menge Salpetersäure eintretenden Gewichtsabnahme: 56.4 % Kalk, 43.6 % Kohlensäure [5]) (56.00, 44.00).

Calciumsulfat, Gyps; 33 % Kalk, 46 % Schwefelsäure, 21 % Wasser (letztere Angabe nach BUCHOLZ) bezw. 32.86, 46.24, 20.90 [6]) (32.54, 46.52, 20.94).

Chlor.

„Oxydiertes Salzsäuregas"; die Zusammensetzung wurde teils aus der Sättigungskapacität der Salzsäure, 30.75, berechnet: 76.5 % Salzsäure, 23.5 % Sauerstoff [7]), teils durch Erhitzen von Kaliumchlorat und Analyse des rückständigen Kaliumchlorids: 77.232 % Salzsäure, 22.768 % Sauerstoff (nach den jetzt angenommenen Atomgewichten: 77.43 % Salzsäure, d. h. Cl_2—O, und 22.67 % Sauerstoff) oder 31.742 % „Grundlage" = „Muriaticum" und 68.258 % Sauerstoff [8]). Im Zusammenhang mit dieser Untersuchung erhielt er für die

Chlorwasserstoffsäure, „gewöhnliche Salzsäure", 41.098 % Grundlage, 58.902 % Sauerstoff bezw. 41.63 und 58.37 % [9])

---

[1]) Afh. V, 151; GILB. A. 40, 284, 1812.

[2]) Afh. V, 453; SCHWEIGG. J. 23, 168, 1818.

[3]) Neues allgem. Journ. d. Chemie 4, 410. BUCHOLZ, C. F. (1770—1818) Professor in Erfurt, erhält von BERZELIUS folgendes Zeugnis: „B. ist der genaueste und zuverlässigste der analytisierenden Chemiker unserer Zeit." Afh. III, 115.

[4]) Beiträge zur chemischen Kenntnis der Mineralkörper (1795—1815), Bd. 4, 210.

[5]) Afh. III, 117, 267; V, 116; GILB. A. 38, 198, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 2 St., 151, 1812.

[6]) Afh. V, 150; Tabell etc. 1818, 78; GILB. A. 40, 284, 1812.

[7]) Afh. III, 270; vgl. GILB. A. 37, 459, 1811, wo angeblich aus derselben Sättigungskapacität die Zahlen 23.37 und 76.63 hergeleitet werden.

[8]) Afh. V, 123; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 2 St., 179, 1812.

[9]) Afh. V, 121, 122, 389; Tabell etc. S. 15, 1818; TROMMSD. N. J. Pharm. II, 2 St., 44, 1818.

(Cl_2—O_3 = 41.7; O_2 = 58.29) [Sättigungskapacität: 29.454 bezw. 29.184] und für die

Chlorsäure, „überoxygenierte Salzsäure", 36.35 % Salzsäure, 63.65 % Sauerstoff (Cl_2—O = 36.38; O_6 = 63.62) oder 15.1 % Grundlage, 84.9 % Sauerstoff [1]). Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die von BERZELIUS zum ersten Male angewandte Methode, die Verbindungsgewichte des Chlors, der Salzsäure und der Chlorsäure zu erforschen, später von MARIGNAC und STAS acceptiert wurde, und dass die von Letzterem mit unübertroffener Genauigkeit ermittelten Zahlen nur sehr wenig von den BERZELIUS-schen abweichen.

Chrom.

Chromoxyd, „Chromoxydul"; 70 % Chrom, 30 % Sauerstoff (68.46, 31.54).

Chromsäure, 53.913 % Chrom, 46.087 % Sauerstoff (52.05, 47.95). Diese Werte, ebenso wie die für das Oxyd angegebenen sind aus der Analyse des

Bleichromats berechnet, welches durch Ausfällen einer gewogenen Menge Bleinitrats mit Kaliumchromat dargestellt wurde. Der hierbei erhaltene Niederschlag war jedoch nicht ganz rein: 10 g Nitrat ergaben 9.8772 g Chromat statt der nach den jetzigen Atomgewichten berechneten 9.759 g. Die Zusammensetzung des Bleichromats würde nach dieser Synthese 68.147 % Bleioxyd, 31.853 % Chromsäure (statt 69.01, 30.99) sein [2]). Der nicht unerhebliche Fehler, der sich somit eingeschlichen hat, hatte zur Folge, dass die Bestimmung der Zusammensetzung der Chromverbindungen ungenauer ist als die meisten andern Analysen, die von BERZELIUS herrühren. Einer Analyse von Baryumchromat haftet eine ähnliche Ungenauigkeit an: 59.88 % Baryt (statt 60.45) etc. [2]). Letztere wurde von BERZELIUS selbst für weniger sicher gehalten als die Synthese des Bleisalzes, weshalb sie auch bei den definitiven Berechnungen nicht in Betracht kam. Bekanntlich hat unsere Kenntnis von den chemischen Proportionen der Chromverbindungen erst durch N. J. BERLIN [3]), einen Schüler von BERZELIUS, einen höheren Grad von Genauigkeit erhalten (1846).

---

[1]) Afh. V, 123; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 2 St., 180, 1812; N. J. Pharm. II, 2 St., 45, 1818.

[2]) Afh. V, 477 f.; SCHWEIGG. J. 23, 188—193, 1818.

[3]) K. Vet. Akad. Handl. 1845, 65. NILS JOHAN BERLIN, geb. 1812, gest. 1891, Professor der Chemie an der Universität Lund, später Generaldirektor des schwedischen Medizinalwesens.

Eisen.

Eisenoxydul. Hier lagen frühere Untersuchungen von THENARD[1]) und BUCHOLZ vor, von welchen letzterer einen Sauerstoffgehalt von 23 % gefunden hatte[2]). BERZELIUS leitete aus seinen früheren Versuchen (Analyse des Eisenvitriols) 77.22 % Eisen und 22.78 % Sauerstoff her[3]) (77.78, 22.22).

Eisenoxyd. Auch hier lagen frühere Arbeiten von BUCHOLZ vor, welche jedoch trotz der genauen Ausführung ungenügende Resultate ergeben hatten, und zwar deshalb, weil dabei der Kohlenstoffgehalt des Eisens übersehen wurde. BERZELIUS bestimmte zunächst den Kohlenstoffgehalt, indem er die bei der Auflösung des Metalls in Salzsäure entwickelten Gase mit Sauerstoff verbrannte und die Verbrennungsprodukte in Kalkwasser hineinleitete, worauf das ausgefüllte Karbonat gewogen wurde. Das gelöste Eisen wurde dann durch Fällen mit Ammoniak und nachheriges Glühen in Oxyd umgewandelt. Als Resultat dieses frühesten Versuches erhielt er 69.34 % Eisen und 30.66 % Sauerstoff[4]) (70.00, 30.00). Das Verhältnis zwischen den Sauerstoffmengen der beiden Oxydationsstufen wurde zu $1 : 1^1/_2$ bestimmt. Erst gegen Ende seiner Laufbahn hat BERZELIUS obige Werte teils selbst, teils durch seine Schüler[5]) in nähere Übereinstimmung mit dem jetzt geltenden gebracht.

Eisenoxydoxydul, „Oxydum ferroso-ferricum", 71.86 % Eisen, 28.14 % Sauerstoff[6]) (72.41, 27.59).

Eisenoxydhydrat, siehe Afh. V, 143.

Eisensulfuret, „Schwefeleisen zum Minimum"; früher von PROUST und BUCHOLZ untersucht. BERZELIUS fand 63 % Eisen und 37 % Schwefel[7]) (63.59, 36.41).

Schwefelkies, „Schwefeleisen zum Maximum"; 46.08 % Eisen, 53.92 % Schwefel[8]) (46.62, 53.38).

Ferrosulfat; 25.7 % Eisenoxydul, 28.9 % Schwefelsäure, 45.4 % Wasser. „Das Wasser enthält 7 mal so viel Sauerstoff als die Base"[9]) (27.27, 30.32, 42.41).

---

[1]) Annales de Chimie 56, 59, 1806.

[2]) GEHLEN's J. Chem. Phys. III, 700, 1807.

[3]) Afh. III, 227; GILB. A. 37, 322, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 49, 1812.

[4]) Afh. III, 220; V, 143; GILB. A. 37, 315.

[5]) SVANBERG und NORLIN; siehe K. Vet. Akad. Handl. 1843, 45.

[6]) SCHWEIGG. J. 15, 294, 1815.

[7]) Afh. III, 204; GILB. A. 37, 298, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 345, 1811.

[8]) Afh. III, 207; GILB. A. 37, 301; TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 348.

[9]) Afh. V, 151; GILB. A. 40, 285, 1812.

Ferrisulfat, 1. Neutrales schwefelsaures Eisenoxyd, früher von THENARD untersucht [1]), der es indessen als saures Salz auffasste. BERZELIUS fand: 39.56 % Eisenoxyd, 60.44 % Schwefelsäure [2]) (39.98, 60.02). 2. Basisches Salz, durch freiwillige Abscheidung aus einer Lösung von Eisenvitriol erhalten ($2 Fe_2O_3 . SO_3 . 6H_2O$): 62.4 % Eisenoxyd, 15.9 % Schwefelsäure, 21.7 % Wasser [3]) (62.97, 15.75, 21.28).

Fluor.

Fluorwasserstoff, „Flussspathsäure"; früher von WENZEL, RICHTER, KLAPROTH, DALTON, THOMSON, HUMPHRY DAVY und JOHN DAVY untersucht, welche jedoch zu von einander abweichenden Resultaten gekommen waren. Aus mehreren Analysen des Fluorsilbers, Fluorbaryums und Fluorcalciums, besonders aus denen des letztgenannten Salzes, berechnete BERZELIUS für die Flusssäure folgende Zusammensetzung: 27.28 % „Fluoricum" und 72.72 % Sauerstoff [4]). Um nun die von BERZELIUS benutzten Ausdrücke in die jetzt gebräuchliche chemische Sprache übersetzen zu können, muss man bedenken, dass die Substanz, welche BERZELIUS in einem Salz, z. B. Flussspath, Flussspathsäure nannte, aus 1 Mol. Fluorcalcium weniger 1 Mol. Calciumoxyd oder m. a. W. aus 1 Mol. Fluor (= 38) weniger 1 Atom Sauerstoff (= 16) = 22 bestand, und dass er in dieser Flussspathsäure eine Sauerstoffmenge voraussetzte, welche der des Calciumoxyds gleich kam. „Da die Flussspathsäure nicht doppelt so viel Sauerstoff enthalten kann wie die Base, welche sie sättigt, so lässt sich vermuthen, dass sie eben die gleiche Menge enthält." Das Verhältnis zwischen Fluoricum und Sauerstoff wird demgemäss, nach den jetzigen Atomgewichten berechnet, 6 : 16 = 27.27, 72.73 sein oder beinahe das von BERZELIUS gefundene.

Gold.

Goldoxydul; Goldchlorür wurde durch siedendes Wasser zerlegt und das entstandene Goldchlorid mit Ferrosulfat gefällt: 96.13 % Gold, 3.87 % Sauerstoff [5]) (96.10, 3.90).

---

[1]) Annales de Chimie 56, 59, 1806.

[2]) Afh. III, 213; GILB. A. 37, 308, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 41, 1812.

[3]) Afh. V, 158; GILB. A. 40, 294, 1812; über einen älteren Versuch siehe Afh. III, 214; GILB. A. 37, 308; TROMMSD. J. Pharm. XXI. 42.

[4]) Afh. V, 455; SCHWEIGG. J. 23, 170, 1818.

[5]) K. Vet. Akad. Handl. 1813, 188; SCHWEIGG. J. 7, 47, 1813.

Goldoxyd, früher von PROUST, RICHTER und OBERKAMPF, jedoch mit sehr verschiedenen Resultaten [1]) untersucht. BERZELIUS schlug aus einer Lösung von Goldchlorid das Gold mit Hülfe einer gewogenen Menge Quecksilber nieder und berechnete die Zusammensetzung des Goldoxyds aus der des gebildeten Quecksilberoxyds: 89.225 % Gold, 10.775 % Sauerstoff [2]) (89.15, 10.85).

Jod.

Das Atomgewicht dieses Grundstoffs wurde von BERZELIUS erst im Jahre 1828 bestimmt. Dasselbe gilt auch vom

Iridium [3]).

Kalium.

Kaliumoxyd; früher von H. DAVY untersucht, welcher das Verhältnis zwischen Metall und Sauerstoff durch die Zahlen 85 : 15 ausdrückte [4]). BERZELIUS fand durch Synthese des Chlorkaliums aus Kaliummetall 82.97 % Kalium, 17.03 % Sauerstoff, durch Analyse desselben Salzes 83.0222 bezw. 16.9778 % [5]) und später im Anschluss an die Bestimmung des Verbindungsgewichts des Chlors 83.0484, 16.9515 % [6]). Die Werte, welche sich aus den von STAS ermittelten Atomgewichten berechnen lassen, sind 83.03 und 16.97 % und stimmen sonach mit den von BERZELIUS zuletzt gefundenen sehr genau überein [7]).

Kaliumchlorid; früher von V. ROSE untersucht. Das Salz ist nach BERZELIUS aus 63.257 % Kali und 36.743 % Salzsäure zusammengesetzt [8]) (63.20, 36.80).

---

[1]) PROUST hatte z. B. in zwei verschiedenen Experimenten 8.57 bezw. 31, RICHTER hingegen 25.46 T. Sauerstoff auf 100 T. Gold gefunden, während OBERKAMPF für das Oxyd 90 % Gold und 10 % Sauerstoff angiebt.

[2]) K. Vet. Akad. Handl. 1813, 186; SCHWEIGG. J. 7, 45, 1813.

[3]) K. Vet. Akad. Handl. 1828, 117 bezw. 58.

[4]) Brief von DAVY an BERZELIUS 18. 10. 1809. Handschr. Sammlung d. Akad. der Wissenschaften Stockholm.

[5]) Afh. III, 245; V, 112, 113; GILB. A. 37, 433; 38, 171, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 86; XXI, 2 St., 205, 1812.

[6]) Afh. V, 388; SCHWEIGG. J. 23, 106, 1818.

[7]) Die älteste der diesbezüglichen Untersuchungen BERZELIUS', wobei eine gewogene Menge Kalium(amalgam) in Chlorkalium umgewandelt wurde, datiert sich vom Jahre 1808 (nicht 1811, wie bisweilen angegeben wird); K. V. A. Econ. Ann. VI, Mai 1808, S. 115.

[8]) Siehe Anmerkung 6; ältere Bestimmungen Afh. V, 112; III, 245; GILB. A. 37, 432; 38, 170, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 85; 2 St., 204, 1812.

Kaliumchlorat, „überoxygeniert salzsaures Kali“, „100 Th. werden von 38.4917 Kali
und 22.3583 Salzsäure gebildet. Überschüssiger Sauerstoff 39.1500 [1].“

Kaliumsulfat, früher von BUCHOLZ untersucht [2]. Besteht nach BERZELIUS aus 53.786 % Kali und 46.214 % Schwefelsäure oder, einer späteren Angabe zufolge, aus 54.07 bezw. 45.93 % [3] (54.08, 45.92).

Kaliummagnesiumkarbonat, „$\dddot{K}\dot{C}^4 Aq^6 + 2 \dot{M}\bar{n} \ddot{C}^2 Aq^6$“ (oder nach einer späteren Formulierung $K_2O \cdot 2MgO \cdot 4CO_2 \cdot 9H_2O$); durch Mischen von Kaliumkarbonat mit einer Chlormagnesiumlösung erhalten: 18.28 % Kali, 15.99 % Talkerde, 34.49 % Kohlensäure (ein kleiner Verlust mit einbegriffen), 31.24 % Wasser [4] (18.37, 15.73, 34.29, 31.61).

Kohlenstoff.

Kohlensäure. Noch im Jahre 1818 [5] giebt BERZELIUS, hauptsächlich auf GAY-LUSSAC'S Versuche gestützt, die Zusammensetzung der Kohlensäure mit 27.376 % Kohlenstoff und 72.624 % Sauerstoff an. Die von BERZELIUS selbst in Gemeinschaft mit DULONG ausgeführte Untersuchung über das Atomgewicht des Kohlenstoffs erschien erst zwei Jahre später [6]. Aus dem hier angeführten Gewichtsverhältnis gleicher Volume Sauerstoff und Kohlensäure lassen sich für letzteres Gas folgende Prozentzahlen berechnen: 27.68, 72.32 (27.27, 72.73).

Schwefelkohlenstoff. Dieser 1796 von LAMPADIUS entdeckte Körper wurde anfangs von einigen Forschern (z. B. BERTOLLET d. Ä.) als aus Schwefel, Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzt betrachtet, während andere (VAUQUELIN und P. J. ROBIQUET [7]), BERTHOLLET d. J. [8]) und H. DAVY [9])) Schwefel und Wasserstoff als seine alleinigen Bestandteile annahmen, obwohl CLEMENT und DESORMES [10]) schon früh gezeigt hatten, dass der

---

[1]) TROMMSD. N. J. Pharm. II, 2 St., 44, 1818.

[2]) SCHERER'S J. 10, 396; BUCHOLZ hatte 53.66 % Kali, 45.34 % Säure und 1.0 % Wasser gefunden.

[3]) Afh. V, 112; GILB. A. 38, 170; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 86, 1812.

[4]) Afh. VI, 14.

[5]) Afh. V, 116.

[6]) Ann. Chim. phys. XV, 386, 1820.

[7]) Ann. Chim. 61, 1807.

[8]) Mém. de la Soc. d'Arcueil I, 1807.

[9]) Elements of Chemical philosophy, Part I, Vol. I, 1812, S. 282.

[10]) Ann. Chim. 42, 134, 1802.

sogen. Schwefelalkohol gebildet wird, wenn man Schwefeldämpfe über glühende Kohle hinüberleitet, und obwohl sie daraus gefolgert hatten, dass die Verbindung wasserstofffrei sei. Eine genauere Untersuchung ist ihr erst ums Jahr 1812 zu Teil geworden, als VAUQUELIN [1]) bei der Analyse 15 % Kohlenstoff und 85 % Schwefel fand. Fast gleichzeitig haben BERZELIUS und ALEXANDER MARCET ihre Untersuchung über den Schwefelkohlenstoff ausgeführt, die im Sommer 1812 in London begonnen, später in Stockholm abgeschlossen wurde. Sie bestimmten die relativen Mengen von Schwefel und Kohlenstoff, indem sie die Verbindung in Dampfform auf glühendes Hämatit einwirken liessen und die gasförmigen Produkte über Quecksilber auffingen. Das direkte Resultat ihrer Versuche wurde 15.17 % Kohlenstoff und 84.83 % Schwefel, also etwas genauer als dasjenige VAUQUELIN'S. Schon damals hat indessen BERZELIUS die Richtigkeit dieser Analyse angezweifelt und ist auf rechnerischem Wege zu einem Kohlenstoffgehalt von 15.5 % gekommen [2]). Im Jahre 1818 giebt er schliesslich die Zahlen 15.77, 84.23 an [3]) (15.76, 84.24).

Kupfer.

Kupferoxydul; früher von CHENEVIX untersucht, der 11.5 % Sauerstoff gefunden hatte. Die von BERZELIUS angewandte Methode bestand darin, dass er ein Gemisch von Kupferoxyd und metallischem Kupfer mit konzentrierter Salzsäure behandelte und nach beendigter Operation das Gewicht des rückständigen Kupfers bestimmte: 88.89 % Kupfer, 11.11 % Sauerstoff [4]) (88.83, 11.17).

Kupferoxyd. PROUST hatte 80 % Kupfer und 20 % Sauerstoff [5]) gefunden. Bei seiner ersten Untersuchung dieses Oxyds, das er auf verschiedenen Wegen aus einer gewogenen Menge Kupfer darstellte, erhielt BERZELIUS zwar einen etwas niedrigeren Sauerstoffgehalt, nämlich auf 100 T. Metall 24.5 — statt 25 — T. Sauerstoff, betrachtete aber seine Resultate als nicht genügend einwandsfrei, um daraus endgültige Schlüsse ziehen zu können, weshalb er vorläufig die von PROUST gefundenen Werte annimmt, allerdings unter ausdrücklicher Betonung ihrer nur annähernden Richtigkeit [6]). Bei einer späteren Gelegenheit, wobei das Oxyd

[1]) GILB. A. 43, 421.
[2]) Afh. V, 254.
[3]) Tabell etc. S. 82.
[4]) Afh. III, 191; GILB. A. 37, 284, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 328, 1811.
[5]) Ann. Chim. 32, 28, 1800.
[6]) Afh. III, 190; GILB. A. 37, 283, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 327, 1811.

mittels Wasserstoffgas reduciert wurde, erhielt er 79.825 % Kupfer, 20.175 % Sauerstoff[1]) (79.90, 20.10).

Kupferchlorür, „murias cuprosus". Der Chlorgehalt wurde mittels Silbernitrats bestimmt: 73.58 % Kupferoxydul, 26.42 % Salzsäure[2]); später 72.23, 27.77 %[3]) (72.29, 27.71).

Kupferchlorid. 1. Neutrales Salz, „murias cupricus". Methode analog der vorhergehenden: 59.8 % Kupferoxyd, 40.2 % Salzsäure[4]); später 59.13, 40.87 %[5]) (59.18, 40.82). 2. Basisches Salz, „murias quadricupricus, salzsaures mit Grundlage übersättigtes Kupferoxydul"; aus dem neutralen Salze durch partielle Fällung mit Kali erhalten: 85.64 % Kupferoxyd, 14.36 % Salzsäure[6]): später 85.27, 14.73 %[5]) ($4CuO = 85.29$, $Cl_2 - O = 14.71$ %).

Kupferkarbonat, basisches Salz, „carbonas bicupricus cum aqua: $\dot{C}u\ddot{C} + aq$ ($2CuO \cdot CO_2 \cdot H_2O$) 71.70 % Kupferoxyd, 19.73 % Kohlensäure, 8,57 % Wasser[7]) bezw. 71.842, 19.950, 8.208 %[8]) (71.96, 19.89, 8.15).

Kupfernitrat, basisches, „nitras tricupricus" ($3CuO \cdot N_2O_5 \cdot H_2O$) durch gelindes Erhitzen des neutralen Salzes gewonnen, sowie auch durch partielle Fällung desselben mit Ammoniak: 65.25 % Kupferoxyd, 29.60 % Salpetersäure, 5.15 % Wasser[7]) (65.44, 29.62, 4.94).

Kupfersulfat; 1. wasserfreies, bis auf den Schmelzpunkt des Zinnes erhitztes Salz: 50.90 % Kupferoxyd, 49.10 % Schwefelsäure[9]) bezw. 49.73, 50.27 %[10]) (49.86, 50.14). 2. Krystallisiertes Salz: 32.32 % Kupferoxyd, 31.38 % Schwefelsäure, 36.30 % Wasser[11]) bezw. 32.06, 31.71, 36.23 %[10]) (31.87, 32.06, 36.07). 3. Basisches Salz, „sulphas tricupricus" ($3CuO, SO_3 \cdot 3H_2O$); 64.22 % Kupfer, 21.28 % Schwefelsäure, 14.50 % Wasser[12]) bezw. 63.87, 21.53, 14.60 %[10]) (64.03, 21.47, 14.50).

---

[1]) Afh. VI, 1; Schweigg. J. **30**, 384. 1820.

[2]) Afh. III, 198; Gilb. A. **37**, 291, 1811; Trommsd. J. Pharm. XX. 2 St., 336, 1811.

[3]) Tabell etc., S. 46. 1818.

[4]) Siehe Anmerkung 2.

[5]) Siehe Anmerkung 3.

[6]) Afh. III, 200; Gilb. A. **37**, 293, 1811; Trommsd. J. Pharm. XX. 2 St., 336, 1811.

[7]) Afh. V., 164; Gilb. A. **40**, 302.

[8]) Tabell etc., 1818, S. 26.

[9]) Afh. III, 195; Gilb. A. **37**. 288. 1811; Trommsd. J. Pharm. XX. 2 St., 333, 1811.

[10]) Tabell etc., 1818, S. 78.

[11]) Afh. V, 152.

[12]) Afh. V, 160; Gilb. A. **40**, 300, 1812.

Kupferammoniumsulfat, „schwefelsaures Ammoniak mit schwefelsaurem Kupferoxyd", siehe Afh. V, 168.

Kupraminsulfat, „cuprum ammoniacum"; 34.00 % Kupferoxyd, 26.40 % Ammoniak, 32.25 % Schwefelsäure, 7.35 % Wasser [1]) (32.36, 27.76, 32.55, 7.33).

Magnesium.

Magnesiumoxyd; um den Sauerstoffgehalt dieses Oxyds zu bestimmen, ging BERZELIUS vom Sulfat aus, das teils durch Chlorbaryum gefällt, teils aus einer gewogenen Menge reiner Talkerde synthetisch hergestellt wurde. Er erhielt im ersten Falle 38.8, im zweiten 39.8 % Sauerstoff [2]). Letztere Zahl kommt der aus MARIGNAC's Atomgewicht (1883) 24.38 berechneten ziemlich nah (39.62).

Magnesiumhydrat; durch Synthese der Verbindung aus Magnesia wurde das Verhältnis Hydrat : Wasser = 144 : 44 = 100 : 30.55 gefunden [3]) (30.86).

Magnesiumkarbonat, basisch, magnesia alba; BERGMAN und KIRWAN hatten 45, BUTINI [4]) 43, KLAPROTH hingegen nur 40 % Magnesia gefunden. Die auf eigene Beobachtung gestützten Werte von BERZELIUS sind 44.58 % Talkerde, 35.70 % Kohlensäure, 19.72 % Wasser [5]).

Magnesiumsulfat; 1. neutrales, wasserfreies Salz: 33.9 % Magnesia, 66.1 % Schwefelsäure, bezw. 33.36, 66.64 % [2]) (33.52, 66.48). 2. Basisches, siehe Afh. VI, 40.

Ammoniummagnesiumsulfat: 11.11 % Magnesia, 24.9 % Wasser; „die Sauerstoffmengen verhalten sich wie 1 : 1 : 6 : 7" [6]).

Kaliummagnesiumkarbonat siehe unter Kalium.

Mangan.

Manganoxyde. Die erste Untersuchung, die BERZELIUS über diese Verbindungen angestellt, ist wahrscheinlich diejenige, welche er in seiner Abhandlung: „Versuche zur Analyse des Roheisens" beiläufig erwähnt [7]). Nach derselben soll das „Manganesoxyd"

---

[1]) Afh. V, 172 (im Texte sind die Zahlen für Ammoniak und Kupferoxyd vertauscht worden); GILB. A. 40, 317, 1812.

[2]) Afh. V, 138; GILB. A. 40, 256.

[3]) Afh. V, 139.

[4]) PIERRE BUTINI, Arzt in Genf.

[5]) Afh. VI, 30.

[6]) GILB. A. 40, 307.

[7]) Afh. III, 143.

aus $29^3/_4$ % Sauerstoff und $70^1/_4$ % „metallischem Manganes“ bestehen. Drei Jahre später lieferte er, gleichzeitig auf die Arbeiten von JOHN[1]), BERGMAN, SCHEELE, KLAPROTH und FOURCROY hinweisend, eine Übersicht der damals bekannten oder mutmasslichen Sauerstoffverbindungen des Mangans, nämlich „suboxidum manganosum, suboxidum manganicum, oxidum manganosum (Manganoxydul) oxidum manganicum (Manganoxyd) und superoxidum manganicum“, deren Sauerstoffmengen sich angeblich wie 1 : 2 : 4 : 6 : 8 verhalten[2]). In der Tabelle von 1818[3]) sind nur noch die drei letztgenannten beibehalten, wogegen das oxidum manganosum-manganicum hinzugefügt worden ist. Die Angabe über den Sauerstoffgehalt des Oxyds ist hier in 29.66 abgeändert worden, was freilich ihren Abstand von dem jetzt für richtig gehaltenen Werte (30.38) um ein wenig vergrössert.

Molybdän.

Molybdänsäure; früher von BUCHOLZ[4]) untersucht, der metallisches Molybdän mit Salpetersäure oxydierte und so aus 100 T. Metall 149—150 T. Säure erhielt. BERZELIUS bediente sich der Synthese des Bleimolybdats: 66.613 % Molybdän, 33.387 % Sauerstoff, oder Molybdän : Molybdänsäure = 100 : 150.12[5]) (66.67, 33.33).

Bleimolybdat; aus Bleinitrat und Ammoniummolybdat gewonnen: 60.815 % Bleioxyd, 39.185 % Molybdänsäure[5]) (60.75, 39.25).

Natrium.

Natriumoxyd. Die erste Analyse von HUMHRY DAVY hatte „zwischen 25 und 27 % Sauerstoff“ ergeben[6]). Im Jahre 1810[7]) führte BERZELIUS mehrere Versuche an, die Zusammensetzung des Oxyds zu ermitteln, und zwar sowohl durch Synthese des Chlornatriums aus Natriumamalgam, wie auch durch Analyse desselben Salzes und des Natriumsulfats. Auf Grund mangelhafter Übereinstimmung der Resultate begnügte er sich vorläufig mit den nur annähernd richtigen Werten 74 % „Natronbasis“ und 26 % Sauer-

---

[1]) JOHANN FRIEDRICH JOHN, geb. 1782, gest. 1847 (Berlin).

[2]) K. Vet. Akad. Handl. 1813, 212—215; SCHWEIGG. J. 7, 76—78, 1813.

[3]) S. 57.

[4]) GEHLEN's Journ. 1804. IV, 598.

[5]) Afh. V, 477; SCHWEIGG. J. 23, 188, 1818.

[6]) Brief von DAVY an BERZELIUS 18. 10. 1809.

[7]) Afh. III, 245 f.

stoff, d. h. mit einem Mittel der DAVY'schen Grenzzahlen. Wiederholte Berechnungen aus der Zusammensetzung der genannten Salze ergaben schliesslich die genaueren Werte: 74.3383 % Natrium, 25.6617 % Sauerstoff[1]) bezw. 74.29, 25.71 [2]) (74.235, 25.765).

Natriumchlorid; ältere Analyse von ROSE. BERZELIUS fand 53.4404 % Natron und 46.5596 % Salzsäure [3]) (53.08, 46.92).

Natriumkarbonat; 1. neutrales Salz; durch Umwandlung in Chlornatrium analysiert: 58.757 % Natron, 41.243 % Kohlensäure (58.53, 41.47). 2. Saures Salz, „mit Kohlensäure völlig gesättigtes Natron“: 37 % Natron, 52 % Kohlensäure, 11 % Wasser [4]) (36.94, 52.34, 10.72).

Natriumsulfat; 1. wasserfreies, durch Überführen in Baryumsulfat analysiert: 43.724 % Natron, 56.276 % Schwefelsäure [5]) (43.68, 56.32). 2. Wasserhaltiges; früher von BUCHOLZ analysiert. BERZELIUS fand 19.24 % Natron, 24.76 % Schwefelsäure, 56 % Wasser. „Das Krystallwasser enthält also genau 10 mal so viel Sauerstoff als die Basis“ [6]).

Osmium; die Untersuchung BERZELIUS' über das Atomgewicht dieses Metalls rührt von einer späteren Periode (1828) her; dasselbe gilt teilweise auch vom

Palladium. Eine vorläufige Analyse hatte ergeben, dass 100 T. Palladium 14.209 T. Sauerstoff bezw. 28.15 T. Schwefel aufnehmen. BERZELIUS fügt jedoch die Bemerkung hinzu, dass diese Versuche in einem zu kleinen Massstabe ausgeführt worden seien, um als endgültig angesehen werden zu können [7]).

Phosphor.

Phosphorige Säure. DAVY hatte diese Verbindung als

---

[1]) Afh. V, 114; GILB. A. 38, 172, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 87; 2 St., 210, 1812.

[2]) GILB. A. 37, 437, 1811.

[3]) Afh. V, 113; GILB. A. 38, 171, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 87, 1812; vgl. XXI, 2 St., 209; Afh. III, 249; GILB. A. 37, 436, 1811.

[4]) Afh. V, 117; GILB. A. 38, 198, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 2 St., 152.

[5]) Afh. V, 113; GILB. A. 38, 171, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 87, 1812. Vgl. Afh. III, 248; GILB. A. 37, 436; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 2 St., 208.

[6]) Afh. V, 147; GILB. A. 40, 278, 1812.

[7]) K. Vet. Akad. Handl. 1813, 206; vgl. SCHWEIGG. J. 7, 68; GILB. A. 42, 286, 1812.

aus 100 T. Phosphor und 76.5 T. Sauerstoff bestehend angegeben. BERZELIUS ging vom Phosphortrichlorid aus, welches mit Wasser zerlegt wurde, worauf er die gebildete Salzsäure mittels Silbernitrats bestimmte. Er erhielt 56.72 bis 56.24 % Phosphor und 43.28 bis 43.76 % Sauerstoff [1]) (56.36, 43.64).

Phosphorsäure. Wenige Verbindungen waren schon vor BERZELIUS so häufig und von so hervorragenden Forschern zum Gegenstand einer quantitativen Untersuchung gemacht worden wie gerade diese Säure. LAVOISIER hatte gelegentlich seiner klassischen Versuche über die Verbrennung des Phosphors in Sauerstoffgas gefunden, dass sich dabei 100 T. Phosphor mit 154 T. Sauerstoff vereinigen [2]), eine Zahl, die später von DAVY in 153 abgeändert wurde. THOMSON hatte anfänglich 163.4, später 121.8—133.3 und V. ROSE schliesslich 114 T. gefunden [3]). Selbst hatte BERZELIUS als Resultat seiner ältesten Versuche, „aus der Zusammensetzung der phosphorsauren Salze die der Phosphorsäure zu berechnen" die Zahl 122.2 erhalten. Nachher ging er zu zwei anderen Methoden über, indem er einmal die Quantität Gold oder Silber wog, die durch eine gegebene Menge Phosphor niedergeschlagen wurde, und ein anderes Mal die bei der Zerlegung des Pentachlorids entstandene Salzsäure bestimmte. Im ersten Falle erhielt er 44.066—43.823 % Phosphor und 55.934—56.177 % Sauerstoff = 100 : 126.93 — im letzteren 55.65 % Sauerstoff [4]) (43.66, 56.34).

Phosphite des Baryums und Bleis, siehe Afh. V, 436—440 [5]).

Phosphate des Baryums, Calciums, Bleis, Silbers und Natriums, siehe Afh. V, 402—426 [6]).

Phosphortrichlorid (siehe oben); 40.276 bezw. 40.2 % phosphorige Säure ($= P_2O_3$), 59.724 bezw. 59.8 % Salzsäure ($= Cl_6—O_3$) [7]) (40.04, 59.96).

Phosphorpentachlorid, „feste salzsaure Phosphorsäure" (siehe oben); 34.4 % Phosphorsäure ($= P_2O_5$), 65.6 % Salzsäure ($= Cl_{10}—O_5$) [7]) (34.09, 65.91).

---

[1]) Afh. V, 433; SCHWEIGG. J. 23, 153; GILB. A. 53, 439, 1816.

[2]) Traité élém. I, 60; Oeuvres I, 51, 52.

[3]) Nach BERZELIUS' Angaben.

[4]) Afh. V, 401—433; SCHWEIGG. J. 23, 148; GILB. A. 53, 434, 1816.

[5]) Vgl. SCHWEIGG. J. 23, 153—157.

[6]) Vgl. SCHWEIGG. J. 23, 119—122, 129—145; GILB. A. 38, 201, 1811; 53, 397—403, 1816; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 155, 1812.

[7]) Afh. V, 433—435; SCHWEIGG. J. 23, 151—153; GILB. A. 53, 437—439.

Platin.

Platinoxydul; von BERZELIUS selbst entdeckt, durch Zersetzung von Platinchlorür mittels Kali dargestellt. Behufs Feststellung der Zusammensetzung wurde das durch Glühen des Chlorürs erhaltene Metall gewogen: 92.35 % Platin, 7.65 % Sauerstoff [1]) (92.41, 7.59).

Platinoxyd; die Zusammensetzung wurde durch Zerlegung mittels Quecksilbers bestimmt: 85.93 % Platin, 14.07 % Sauerstoff (85.89, 14.11). CHENEVIX hatte 87 bezw. 13, RICHTER 89.29 bezw. 10.71 gefunden [1]).

Platinsulfid, siehe K. Vet. Akad. Handl. 1813, 203.

Platinchlorür (siehe oben); 79.375 % Platinoxydul, 20.625 % Salzsäure [1]) (79.34, 20.66).

Wie man sieht, besteht eine sehr genaue Übereinstimmung zwischen diesen Werten und den aus SEUBERT'S Atomgewicht 194.8 (1881) berechneten. Das lange angewandte höhere Gewicht 197.2 rührt von einer späteren Analyse des Kaliumplatinchlorids her (1828).

Quecksilber.

Quecksilberoxyd; die Zusammensetzung dieser Verbindung ist zwar nicht von BERZELIUS selbst, indessen in seinem Laboratorium bestimmt worden und, wie er selbst angiebt, von seinem Schüler SEFSTRÖM [2]) unter seiner unmittelbaren Aufsicht. Dieser fand [3]), dass 100 T. Metall 7.9 T. Sauerstoff aufnehmen (7.988).

Rhodium.

Die älteren Analysen von den Sauerstoff- und Chlorverbindungen dieses Metalls haben einen nur annähernden Charakter. Wie die meisten übrigen Metalle der Platingruppe wurde auch das Rhodium erst im Jahre 1828 von seiten BERZELIUS' Gegenstand einer genaueren stöchiometrischen Untersuchung.

Rhodiumoxydul: 93.756 % Metall, 6.244 % Sauerstoff.

Rhodiumoxyd: 88.25 % Metall, 11.85 % Sauerstoff.

Rhodiumchlorid: 82.374 % Oxyd, 17.626 % Salzsäure [4]).

---

[1]) K. Vet. Akad. Handl. 1813, 199, 200; SCHWEIGG. J. 7, 60, 61, 1813; vgl. GILB. A. 42, 286, 1812.

[2]) NILS GABRIEL SEFSTRÖM, geb. 1787, gest. 1845. Professor an der Bergschule in Fahlun. Entdecker des Vanadiums.

[3]) K. Vet. Akad. Handl. 1813, 186.

[4]) Afh. V, 504; SCHWEIGG. J. 23, 289, 290, 1818.

Schwefel.

Schweflige Säure. Bei seinem ersten Versuche, die Zusammensetzung dieser Verbindung zu bestimmen, bediente sich BERZELIUS der Analyse des neutralen Baryumsalzes und berechnete daraus 50.57 % Schwefel, 49.43 % Sauerstoff[1]). Später finden wir diese Werte in 49.968 bezw. 50.032 % abgeändert, und zwar durch Berechnung aus der Zusammensetzung des Bleisulfats mit der des Bleisulfurets verglichen[2]) (50.05, 49.95). Ein noch später beschriebener Versuch, aus dem specifischen Gewicht der schwefligen Säure den Schwefelgehalt zu berechnen, scheint keinerlei zufriedenstellende Resultate gegeben zu haben[3]).

Schwefelsäure, früher von KLAPROTH, BUCHOLZ, RICHTER, DAVY und anderen untersucht. Letzgenannter sprach die Vermutung aus, dass Schwefel (wie auch Phosphor) kein einfacher Körper sei, sondern einen bisher unbekannten, „metallischen Körper“ enthalte, der mit kleinen Mengen Wasserstoff und Sauerstoff verbunden sei[4]). BERZELIUS bestimmte die Zusammensetzung der Schwefelsäure, indem er teils Bleioxyd, teils Schwefelblei ins Sulfat überführte. Hierbei erhielt er 40.58 % Schwefel und 59.42 % Sauerstoff[5]); später nach erneuten Synthesen von Bleisulfat aus Bleioxyd 40.03 bezw. 59.97 %[6]) und aus Blei 40.1395, 59.8605 %[7]). Die letzteren Werte und insbesondere der vorletzte kommen, wie man sieht, dem aus STAS' Atomgewicht berechneten sehr nahe (40.045, 59.954).

Schwefelwasserstoff. Von den Analysen, welche BERZELIUS zur Bestimmung der Zusammensetzung des Schwefelwasserstoffs ausführte, stimmt gerade die älteste am genauesten mit den richtigen Werten überein: 94.2 % Schwefel auf 5.8 % Wasserstoff (94.073, 5.927). Spätere auf Analysen des Schwefeleisens begründete Berechnungen ergaben 93.756 bezw. 6.244 %[8]).

---

[1]) Afh. III, 187; GILB. A. 37, 276, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XX. 323, 1811.

[2]) Afh. V, 104; GILB. A. 37, 333, 1811.

[3]) Afh. V. 399.

[4]) Briefe von DAVY an BERZELIUS 5. 11. 180.. (die letzte Ziffer ist unleserlich; wahrscheinlich 8?) und 20. 3. 1809. Handschr.-Sammlung der Akademie d. Wissenschaften Stockholm.

[5]) Afh. III, 176; GILB. A. 37, 266, 1811. TROMMSD. J. Pharm. XX. 2 St., 312, 1811.

[6]) Afh. V, 104; GILB. A. 37, 333, 1811. TROMMSD. J. Pharm. XXI, 72, 1812.

[7]) Afh. V, 395; vgl. TROMMSD. N. J. Pharm. II. 2 St.. 48, 1818. $Pb : PbSO_4 = 100 : 146.5$.

[8]) Afh. III, 273 f.; GILB. A. 37, 463, 1811.

Selen.

Selendioxyd, „Selensäure"; die Zusammensetzung wurde durch Synthese der „salzsauren Selensäure" (Selentetrachlorid) bestimmt: 71.261 % Selenium, 28.739 % Sauerstoff (71.20, 28.80 nach dem von EKMAN und PETTERSSON gefundenen Atomgewicht). Sättigungskapacität 14.37 [1]).

Selenwasserstoff; durch Hineinleiten des Gases in eine Lösung von Silberacetat und durch Analyse des ausgeschiedenen Selensilbers: 97.4 % Selen, 2.6 % Wasserstoff [1]) (97.51, 2.49).

„Selensaures Natron": 100 T. „Selensäure" (Dioxyd) mit 55 T. Natron verbunden (100 : 55.9). Baryumsalz: 100 : 137.7 (100 : 137.7). Bleisalz 100 : 200 (100 : 200.6). Silbersalz 100 : 205.75 (100 : 208.7) [1]).

Silber.

Silberoxyd, „Silberoxydul". Nach älteren Versuchen: 92.67 % Silber, 7.33 % Sauerstoff [2]), später 93.075 bezw. 6.925 % [3]) und schliesslich aus dem Verhältnis Chlorkalium: (Kali): Silber 93.112—93.103 bezw. 6.888—6.897 % [4]). (Aus STAS' berühmten, zum Teil nach derselben Methode ausgeführten Atomgewichtsbestimmungen folgen die Werte 93.10 und 6.90 %.)

Silbersulfuret; durch direkte Synthese aus reinem Silber und Schwefel: 87.032 % Silber, 12.968 % Schwefel [5]) (87.07, 12.93).

Silberchlorid: Früher von WENZEL, BUCHOLZ und V. ROSE untersucht. Ersterer fand 18,27, die beiden andern 17.5 bezw. 17.75 % „Salzsäure" (Cl_2—O). BERZELIUS erhielt anfangs 81.3 % Silberoxyd, 18.7 % Salzsäure [6]), später 80.965—80.934 bezw. 19.035—19.066 [7]), endlich 80.9034 bezw. 19,0966 % [8]) (80.85, 19.15).

---

[1]) Afh. VI, 71 f.; SCHWEIGG. J. 23, 334 f.

[2]) Afh. III, 195; GILB. A. 37, 288, 1811. TROMMSD. J. Pharm. XX. 2 St., 333, 1811.

[3]) Afh. V, 106, GILB. A. 38, 165, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 79, 1812. Gleichzeitig fanden GAY-LUSSAC und THENARD das Verhältnis 100 : 7.6 = 92.94 : 7.06. Recherches phys. chim. II, 120.

[4]) Afh. V, 388; TROMMSD. N. J. Pharm. II, 2 St., 44. SCHWEIGG. J. 23, 106, 1818.

[5]) Afh. V, 106; GILB. A. 38, 165, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 79, 1812.

[6]) Afh. III, 194; GILB. A. 37, 287, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XX, 2 St., 333, 1811.

[7]) Afh. V, 108; GILB. A. 38, 166; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 80.

[8]) Afh. V, 389; SCHWEIGG. J. 23, 107, 1818; TROMMSD. N. J. Pharm. II, 2 St., 44, 1818.

Silberfluorid. Das Verhältnis Fluorsilber: Chlorsilber wurde auf 100 : 112.587 und bei einem zweiten Versuch auf 100 : 112.57 bestimmt [1]) (100 : 112.96).

Silicium.

Kieselsäure. BERZELIUS' Versuche, durch Analysen von Kieselmetallen (Kieseleisen und Kieselkupfer) die Zusammensetzung der „Kieselerde" zu bestimmen, führten, wie er selbst ausdrücklich hervorhebt, zu keinen exakten Resultaten [2]). Auch STROMEYER, der kurz darauf dieselbe Methode befolgte, erhielt falsche Werte. Ein späterer Versuch BERZELIUS', durch Analyse sowohl künstlicher als natürlicher Silikate zum Ziele zu gelangen, fiel etwas besser aus, obwohl noch immer viel zu wünschen übrig blieb. Der gefundene Sauerstoffgehalt war 50.359 % gegenüber 49.5 im älteren Versuche und 55 nach STROMEYER [3]) (52.98). In der That dauerte es bis etwa zur Mitte des Jahrhunderts, bevor man von der quantitativen Zusammensetzung dieser wichtigen Säure genaue Kenntnis bekam.

Stickstoff.

Salpetrige Säure. Vorher von GAY-LUSSAC untersucht [4]), welcher darin 1 Vol. Sauerstoff + 3 Vol. „nitröses Gas" oder 100 T. Stickstoff auf 166.6 T. Sauerstoff fand. DALTON fand 32.7 T. Stickstoff auf 67.3 T. Sauerstoff [5]); DAVY giebt das Volumenverhältnis Stickstoff : Sauerstoff = 1 : 4 an [6]). BERZELIUS versuchte, die Zusammensetzung der salpetrigen Säure durch Analyse ihrer Salze, besonders der Bleisalze, zu finden und erhielt Nitricum: Sauerstoff = 15.88 : 84.12 [7]), oder — wenn 43.065 T. Nitricum und 56.935 T. Sauerstoff 100 T. Stickstoff bilden [8]) — Stickstoff: Sauerstoff = 36.87 : 63.13 [9]) (36.91 : 63.09). Wie schon früher erwähnt, schrieb BERZELIUS damals noch die salpetrige Säure NO_4 (N = Nitricum) [10]).

Salpetersäure; vorher von DALTON untersucht. Er fand

---

[1]) Afh. V, 450.
[2]) Afh. III, 117—128; GILB. A. 36, 89, 1810.
[3]) Afh. V, 504, SCHWEIGG. J. 23, 285, 1818.
[4]) Mém. de la Société d'Arcueil T. II, 239.
[5]) New System of Chemical Philosophy, T. II, 331.
[6]) Elements of Chemical Philosophy Part I, Vol. I, 265.
[7]) Afh. V, 183.
[8]) Ebenda S. 213.
[9]) oder 36.9 : 63.1, GILB. A. 42, 280, 1812.
[10]) Afh. V, 217 f.

auf 5 gr. Salpetersäure 2.25 gr. Sauerstoff + 2.75 gr. nitröses Gas (= 74.40 % Sauerstoff). GAY-LUSSAC beobachtete statt dessen die Zahlen 1.735 + 3.265 (= 69.5 % Sauerstoff). Diesen bemerkenswerten Widerspruch entschied BERZELIUS wesentlich zu Gunsten DALTON'S, indem er fand, dass die Salpetersäure aus 11.71 % Nitricum und 88.29 % Sauerstoff, d. h. 26.425 % Stickstoff und 73.575 % Sauerstoff, zusammengesetzt sei[1]) (25.98, 74.02).

Ammoniak; die Zusammensetzung wurde aus der Analyse des Salmiaks berechnet: 52.8 % „Ammoniakbasis“, 47.2 % Sauerstoff[2]), später 53.1133 % „Ammonium“, 46.8867 % Sauerstoff[3]). Zum Verständnis dieser Zahlen sei hier daran erinnert, dass BERZELIUS die Formel für Ammoniak damals NH_6+O schrieb, d. h. er fasste sein Radikal als aus „Nitricum“ und Wasserstoff zusammengesetzt auf[4]) (Ammonium : Sauerstoff = $(2NH_3—O) : O$ = 53.135 : 46.865).

Salmiak; „salzsaurer Ammoniak“; früher von V. ROSE untersucht. BERZELIUS fand ziemlich übereinstimmend mit seinem Vorgänger 31.75 % Ammoniak, 49.46 % Salzsäure, 18.79 % Wasser[5]) bezw. 31.95, 50,86, 17.19 %[6]), woraus für das „wasserfreie“ Salz die Werte 38.9446 % Ammoniak, 61.0554 % Salzsäure berechnet wurden[7]) ($NH_3 : [Cl_2—O] : H_2O$ = 31.89 : 51.28 : 16.83).

Ammoniumnitrat; 67.625 % Salpetersäure, 21.143 % Ammoniak, 11.232 % Wasser (67.45, 21.31, 11.24) oder 76.18 % Salpetersäure, 23.82 % Ammoniak[8]).

Ammoniumnitrit siehe Afh. V, 187.

Ammoniumsulfat; 22.6 % Ammoniak, 53.1 % Schwefelsäure, 24.3 % Wasser[9]) (bezw. $2NH_3 : SO_3 : 2H_2O$ = 22.72 : 53.19 : 23.99).

Später als die eben erwähnten Analysen ist die Bestimmung des specifischen Gewichts des Stickstoffgases, die BERZELIUS im Jahre 1820 in Gemeinschaft mit DULONG ausführte[10]), und woraus N = 14.16 folgte.

---

1) Afh. V, 130, 212 f.
2) Afh. III, 260.
3) Afh. V, 115; GILB. A. 38, 173, 1811; TROMMSD. J. Pharm. XXI, 2 St., 124, 1812; vgl. GILB. A. 37, 449, 1811.
4) Afh. V, 234.
5) Afh. III, 258; vgl. GILB. A. 37, 449.
6) Afh. V, 148; GILB. A. 40, 279, 1812.
7) Afh. V, 114; GILB. A. 38, 173; TROMMSD. XXI, 2 St., 124, 1812.
8) Afh. V, 130; GILB. A. 40, 169.
9) Afh. V, 148; GILB. A. 40, 282.
10) Ann. Chim. phys. 15, 386, 1820.

Tantal.

Tantalpentoxyd. Reduktion des Tantaloxyds zum „Metall“[1]). Mittelzahl aus 4 Versuchen 94.8 % „Tantalum“, 5,2 % Sauerstoff ($Ta_2O_4 : O = 96.41 : 3.59$).

„Wasserhaltiges Tantaloxyd“, durch Salzsäure gefällt: 88.93—89.5 % Oxyd, 11.07—10.5 % Wasser[1]).

Tellur.

Tellurige Säure, „Telluroxyd“. Bei Oxydation des Tellurs mit Salpetersäure fand BERZELIUS, dass 100 T. Tellur 24.83 T. Sauerstoff aufnehmen, und dass demnach das Tellurdioxyd aus 80.11 % Tellur und 19.8 % Sauerstoff besteht[2]). (Aus Te = 127 folgt 79.87 bezw. 20.13 %.)

„Tellursaures Bleioxyd“; Telluroxyd : Bleioxyd = 0.844 : 1.156[3]).

Tellurwasserstoff; 1.91 % Wasserstoff[4]) (1.57).

Thorium.

Die Bestimmung des Verbindungsgewichts dieses erst 1828 entdeckten Metalls fällt in eine spätere Periode (1829).

Uran.

Einer der frühesten Versuche, die Zusammensetzung der Uranverbindungen zu bestimmen, dürfte von SCHÖNBERG gemacht worden sein, wahrscheinlich in dem Laboratorium BERZELIUS'. Er untersuchte das „salzsaure Uranoxydul“ und berechnete aus den dabei ermittelten Werten die Zusammensetzung des „Uranoxyduls“ sowie — mittelbar — die des „Uranoxyds“[5]). Eigene Untersuchungen über das Atomgewicht des Urans stellte BERZELIUS erst im Jahre 1825 an.

Wasserstoff.

Nachdem man sich eine Reihe von Jahren mit den durch die Auktorität LAVOISIER's sanktionierten Werten für die Zusammen-

---

[1]) SCHWEIGG. J. 16, 439, 444, 1816. Was BERZELIUS und seine Mitarbeiter, GAHN und EGGERTZ, damals für das Metall hielten, hat sich später bekanntlich als das Tetroxyd des Tantals entpuppt.

[2]) K. Vet. Akad. Handl. 1813, 176; SCHWEIGG. J. 6, 311, 1812.

[3]) K. Vet. Akad. Handl. 1813, 178.

[4]) Ebenda S. 179; GILB. A. 42, 285, 1812; SCHWEIGG. J. 6, 317, 1812.

[5]) Försök ..... att grundlägga ett rent vetenskapligt system för mineralogien S. 86, Fussnote; SCHWEIGG. J. 15, 285, 1815.

setzung des Wassers[1]) begnügt hatte (Wasserstoff : Sauerstoff = 15 : 85), hatten BIOT und ARAGO durch Wägen der gasförmigen Komponente das wesentlich abweichende Verhältnis 11.7 : 88.3 gefunden[2]). In der Absicht, die Richtigkeit der neuen Werte zu prüfen, stellte BERZELIUS folgenden Versuch an: reines, destilliertes Zink wurde in Schwefelsäure oder Salzsäure gelöst, der entbundene Wasserstoff durch ein Chlorcalciumrohr geleitet und die entstandene Gewichtsabnahme bestimmt. Das Ergebnis, dessen nur annähernden Charakter BERZELIUS selbst ausdrücklich hervorhebt, wurde 11.754 : 88.246, somit eine Bestätigung der Angaben BIOT'S und ARAGO'S[3]). Bekanntlich hat BERZELIUS einige Jahre später, behufs exakter Bestimmung des Atomgewichts des Wasserstoffs, in Gemeinschaft mit DULONG die Methode ausgearbeitet, welche seitdem bis auf unsere Zeit seinen Nachfolgern auf demselben Gebiete als Muster gedient hat und dabei als Resultat das Verhältnis H : O = 11.059 : 88.941 erhalten[4]).

Wismut.

Wismutnitrat. BERZELIUS erhielt durch Glühen des Salzes: 48.8 % Wismutoxyd, 34.2 % Salpetersäure und 17 % Wasser; er bemerkt nachträglich, dass mechanisch anhaftende Feuchtigkeit nicht vollständig entfernt werden konnte[5]) ($Bi_2O_3 : 3N_2O_5 : 9H_2O$ = 48.87 : 34.08 ; 17.05). Die Berechnungen sind teilweise auf eine von LAGERHJELM[6]), einem Schüler BERZELIUS', ausgeführte Analyse des Wismutoxyds gegründet, wonach dieses 89.87 % Metall und 10.13 % Sauerstoff enthält[7]) (89.68, 10.32).

Basisches Wismutsulfat (das neutrale Salz war schon früher von dem eben genannten LAGERHJELM analysiert worden); 85.5 % Wismutoxyd, 14.5 % Schwefelsäure[8]) ($Bi_2O_3 : SO_3$ = 85.31 : 14.69).

Wolfram.

Wolframsäure; früher von BUCHOLZ analysiert, nach

---

[1]) Siehe z. B. Traité élém. II, 189.

[2]) Mém. Inst. VII, 1806.

[3]) Afh. III, 270 f.; GILB. A. **37**, 461, 1811.

[4]) Sur le poids atomique de l'hydrogène etc. Ann. Chim. phys. **15**, 386, 1820; SCHWEIGG. J. **29**, 83, 1820. Siehe auch PONTIN, Samlade skrifter I, 254.

[5]) Afh. V, 152; vgl. GILB. A. **40**, 286, 1812.

[6]) P. LAGERHJELM, später Assessor im Bergkollegium, geb. 1787, gest. 1856.

[7]) K. Vet. Akad. Handl. 1813, 224.

[8]) Afh. V, 161; GILB. A. **40**, 30, 1812.

welchem 100 T. Wolfram 24—25 T. Sauerstoff aufnehmen, die Wolframsäure somit 80.65—80.00 % Metall enthält. BERZELIUS' Methode bestand darin, dass er Schwefelwolfram (Disulfid) in Wolframsäure überführte. Er fand 80.1 % Wolfram, 19.9 % Sauerstoff [1]) (79.31, 20.68). Über eine mit den berechneten Werten besser übereinstimmende Angabe siehe unten.

Wolframdisulfid, durch Erhitzen von Ammoniumwolframat mit Schwefelquecksilber hergestellt, wurde mit Königswasser oxydiert, wonach die entstandene Schwefelsäure durch Chlorbaryum ausgefällt wurde: 74.891 % Wolfram, 25.109 % Schwefel [1]) (74.16, 25.84).

Ammoniumwolframat: 6.338 % Ammoniak, 87.000 % Wolframsäure, 6.662 % Wasser [1]).

Calciumwolframat, „Tungsten"; 19.400 % Kalk, 80.417 % Wolframsäure [2]) (19.44, 80.56). Aus der Analyse der Wolframate berechnete BERZELIUS für die Wolframsäure einen Sauerstoffgehalt von 20.28 %; er spricht die Vermutung aus, dass diese Zahl vielleicht die richtigere sei [3]) (vergl. oben).

Yttrium.

Yttererde. 100 T. Sulfat gaben 145.4 bezw. 148.66 T. Baryumsulfat, „welche 49.87 bis 50 T. Schwefelsäure entsprechen, so dass 100 T. Schwefelsäure von 100 bis 100.5 T. Yttererde gesättigt werden; hieraus folgt, dass die Yttererde 19.88 bis 19.96 % Sauerstoff enthält" [4]) (21.24).

Yttriumkarbonat: 57.70 % Yttererde, 29.48 % Kohlensäure, 12.82 % Wasser [5]).

Yttriumsulfat: 48.177 % Yttererde, 51.823 % Schwefelsäure [5]). In Anbetracht der Schwierigkeiten, welche zu jener Zeit in noch höherem Grade als jetzt mit der Trennung der Yttererde von den übrigen, dieselbe begleitenden Erden verknüpft waren, ist der dieser Analyse anhaftende Fehler auffallend gering. (Aus dem Atomgewicht 89 lassen sich die Werte 48.48 und 51.52 berechnen.)

Zink.

Zinkoxyd; durch Überführen des Metalls in Oxyd: 80.39 % Zink, 19.61 % Sauerstoff [6]). Spätere Versuche französischer Che-

---

[1]) Afh. V, 486 f.; SCHWEIGG. J. 23, 195 f., 1818.
[2]) Afh. IV, 307; SCHWEIGG. J. 16, 488, 1816.
[3]) Afh. V, 488.
[4]) SCHWEIGG. J. 16, 422, 1816.
[5]) THOMSON's Annals of Philosophy III, 359, 1814.
[6]) Afh. III, 272; GILB. A. 37, 461, 1811.

miker (JAQUELIN, FAVRE), die Genauigkeit dieser schon im Jahre 1810 — vielleicht noch früher sogar — ausgeführten Analyse anzufechten, haben nur dahin geführt, dass ihre Richtigkeit von mehreren Seiten bestätigt wurde. Die zahlreichen, im Laufe der achtziger Jahre bewerkstelligten Atomgewichtsbestimmungen (von MARIGNAC, BAUBIGNY, VAN DER PLAATS, RAMSAY u. a. m.) ergaben 65.4 als wahrscheinlichsten Wert, woraus die Zusammensetzung des Zinkoxyds auf 80.34 % Zink, 19.66 % Sauerstoff berechnet wird.

Zinkkarbonat, basisches Salz; 73.15 % Zinkoxyd, 14.72 % Kohlensäure, 12.13 % Wasser [1]).

Zinksulfat; 32.585 % Zinkoxyd, 30.965 % Schwefelsäure, 36.45 % Wasser [2]) (32.36, 31.83, 35.81 entspr. $5H_2O$).

Zinn.

Zinnoxyd; beim Oxydieren des Metalls mit Salpetersäure fand BERZELIUS, dass 100 T. Zinn 27.2 T. Sauerstoff aufnehmen, oder dass das Zinnoxyd 78.62 % Zinn und 21.38 % Sauerstoff enthält [3]) (78.74, 21.26).

Zinnoxydul; 88.028 % Zinn, 11.972 % Sauerstoff [4]) (88.10, 11.90).

Zinnsesquioxyd; 83.13 % Zinn, 16.87 % Sauerstoff [4]) (83.16, 16.84).

Schwefelzinn, 1. Monosulfuret: 78.25 % Metall, 21.75 % Schwefel; durch Rechnung korrigiert: 78.6 bezw. 21.4 % (78.71, 21.29); 2. Sesquisulfuret 71.8 % Zinn, 28.2 % Schwefel (71.13, 28.87); 3. Bisulfid 65.66 % Zinn, 34.34 % Schwefel [4]) (64.89, 35.11).

Zirkonium.

Das Atomgewicht des Zirkoniums ist in der Atomgewichtstafel von 1818 nicht aufgeführt worden; es wurde von BERZELIUS erst einige Jahre später bestimmt (1825, durch Analyse des Sulfats).

---

[1]) Afh. VI, 37.

[2]) Afh. V, 151; GILB. A. 40, 285, 1812.

[3]) Afh. V, 144; die in der ersten Kolumne angeführten, angeblich durch Rechnung erhaltenen Prozentzahlen, 79.16 bezw. 21.84, stimmen mit den beobachteten Werten der zweiten Kolumne nicht überein und sind wahrscheinlich auf einen Schreibfehler zurückzuführen; die Tabelle vom Jahre 1818 hat 78.67, 21.33 (S. 58); GILB. A. 40, 272, 1812.

[4]) K. Vet. Akad. Handl. 1813, 43 f.; SCHWEIGG. J. 6, 288 f., 1812.

Die chemischen Proportionen organischer Verbindungen.

Die Zusammensetzung organischer Substanzen war noch zur Zeit des ersten Auftretens BERZELIUS' ziemlich in Dunkel gehüllt. Nicht nur, dass die quantitativen Verbindungsverhältnisse in der Mehrzahl der Fälle ganz unbekannt waren; auch die Kenntnis von der qualitativen Zusammensetzung liess viel zu wünschen übrig. Nach LAVOISIER, dem wir sonst so überaus wichtige Vorarbeiten gerade auf dem Gebiete der Elementaranalyse verdanken, waren z. B. die fetten Öle ausschliesslich aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzt; ihre Nichtflüchtigkeit sei dem Umstand zuzuschreiben, dass sie, im Vergleich mit den flüchtigen Ölen, einen Überschuss an Kohlenstoff enthielten.[1] Ja, noch im Anfang des neunzehnten Jahrhunderts herrschte allgemein die Auffassung, dass sowohl die Fettarten wie auch Alkohol, Äther und andere derartige Körper sauerstofffrei seien. Auch nachdem SAUSSURE den Sauerstoffgehalt des Alkohols festgestellt hatte, war die Kenntnis dieser Substanz so mangelhaft, dass sogar er selbst noch Stickstoff als einen Bestandteil derselben ansah.[2] In der That war es nicht möglich, dieser Unsicherheit abzuhelfen, solange es noch an zuverlässlichen Analysenmethoden mangelte. Und nachdem LAVOISIER's Tod seine auf diesem Gebiete mit so grossem Scharfsinn und Erfolg begonnenen Untersuchungen unterbrochen hatte, waren die hier zu verzeichnenden Fortschritte eine Zeit lang nur spärlich und von geringer Bedeutung.

---

[1] „Lorsque l'hydrogène et le carbone s'unissent ensemble sans que l'hydrogène ait été porté à l'état de gaz par le calorique. il en résulte une combinaison particulière connue sous le nom d'huile, et cette huile est ou fixe ou volatile suivant les proportions de l'hydrogène et du carbone ..... les premières contiennent un excès de carbone qui s'en separe lorsqu'on les échauffe audelà du degré de l'eau bouillante: les huiles volatiles au contraire étant formées d'une plus juste proportion de carbone et d'hydrogène, ... passent dans la distillation." Traité élém. I. 119.

[2] So sagt z. B. auch CRUICKSHANK: „What I consider as the strongest argument in favour of this hypothesis (in Bezug auf die Quelle der galvanischen Erscheinungen) is that all fluids which do not contain oxygen, are incapable of transmitting the galvanic fluid, such as alcohol, aether, the fat and essential oils" NICHOLSON's Journ. IV, 258, 1800.

· es BERZELIUS, der in erster Linie die ab-
ɜ der Entwickelung wieder aufnehmen sollte.
.lerselben Zeit, als er sich der Erforschung der
Proportionen anorganischer Verbindungen zu
angen hatte, begann er auch, die Erzeugnisse der
Natur in den Kreis seiner Untersuchungen zu
wissen dies aus seiner eigenen Aussage: „Schon
ιem ich durch RICHTER's „Neue Gegenstände" die
ɜtellungen von bestimmten Proportionen erhalten
nte ich im Jahre 1807 einige vorläufige Versuche,
flanzensäuren zu analysieren."[1]) Die Verbrennung
diesen ersten Versuchen durch Erhitzen des orga-
Körpers mit Mennige ausgeführt. Die Resultate
jedoch nicht besonders günstig ausgefallen zu sein,
er die Arbeit bald abbrach und nichts darüber ver-
ιte.

:i Jahre später (1810) nahm er die Studien wieder auf,
etwas grösserem Erfolg. Die organische Säure, gewöhn-
Form ihres Bleisalzes, wurde mit Bleisuperoxyd und —
Heftigkeit der Zersetzung zu mindern — einer grösseren
gelben Bleioxyd gemischt. Dieses Gemisch wurde in
an dem einen Ende zugeschmolzenen Glasrohr erhitzt
lie Verbrennungsprodukte zuerst über Chlorcalcium, dann
h Kalkwasser geleitet. Man kann demnach sagen, dass
noderne Elementaranalyse in ihren Hauptzügen schon hier
iegt. Einen wesentlichen Fortschritt bezeichnet insbesondere
direkte gewichtsanalytische Bestimmung des Wasserstoffs,
jetzt an Stelle der älteren indirekten, eudiometrischen
ethode getreten ist. Einige dieser Analysen wurden in
anzösischer Sprache publiziert.[2]) Es folgte nun eine zweite
ınterbrechung, die zweifelsohne mit der ungemein lebhaften
Thätigkeit im Zusammenhang steht, welche BERZELIUS während
der Jahre 1811—1813 auf anderen Gebieten sowohl in theore-
tischer als experimenteller Hinsicht entwickelte. Erst im Herbst
des letztgenannten Jahres fand er wiederum Musse für die

[1]) Afh. V, 546.

[2]) Annales de Chimie 81, 296 f., 1812.

organischen Arbeiten, welche diesmal nicht eher aufgegeben werden sollten, als bis sie zu endgültigen Ergebnissen geführt hatten.

Inzwischen waren die organischen Analysen von Gay-Lussac und Thénard erschienen.[1]) Berzelius bezeichnet selbst diese Untersuchungen als „die besten und zuverlässigsten aller bisherigen Versuche, die Zusammensetzung organischer Produkte zu ermitteln“, und giebt ausserdem an, er habe hiervon die Idee bekommen, bei der Verbrennung salzsaures Kali als Oxydationsmittel zu benutzen.[2])

Die Hauptresultate seiner eigenen Arbeit auf dem Gebiete der organischen Analyse veröffentlichte Berzelius 1814 in seiner Schrift: „Versuche über die bestimmten Verhältnisse, nach denen die Elemente der organischen Natur mit einander verbunden sind.“[3]) Als Gegenstand seiner Untersuchung hat er vorzugsweise organische Säuren sowie einige Kohlenhydrate gewählt. Die Methode wurde jetzt dahin modifiziert, dass „das ternäre Oxyd“, d. h. die organische Substanz, „am liebsten mit Bleioxyd verbunden“ mit 5—6 Teilen Kaliumchlorat und 10—12 Teilen Chlornatrium unter Einhaltung mehrerer genau

---

[1]) Recherches physico-chimiques T. II, 265, 1811. Gay-Lussac und Thénard führten ihre Verbrennungen derart aus, dass sie die Substanz mit einer genau abgewogenen Menge Kaliumchlorat mischten und aus dieser Mischung nach Zusatz von etwas Wasser Kügelchen formten, die dann getrocknet und schliesslich stärker erhitzt werden. Die entwickelte Kohlensäure sowie der Sauerstoff wurden über Quecksilber aufgefangen und volumetrisch bestimmt. Der Verlust wurde als Wasser betrachtet.

[2]) Afh. V, 542, 548.

[3]) Thomson's Annals of Philos. IV, 323 f., 1814; Afh. V, 520—646. Besonders charakteristisch sind die Worte, welche diese Schrift einleiten. Nach einer kurzen Wiederholung der Gesetze, denen die anorganischen Körper unterworfen sind, äussert Berzelius wörtlich folgendes: „alle Produkte des Thier- und Pflanzenreichs enthalten Sauerstoff mit mehr als einem brennbaren Radikal verbunden“. Afh. V, 525. Hier wird also die alles umfassende Herrschaft des Sauerstoffs von der anorganischen auch auf die organische Chemie ausgedehnt, und es ist nicht ohne Interesse zu beobachten, wie die Abweichung von den Ansichten Lavoisier's, welche in dem eben citierten Satze ihren Ausdruck findet, in der That als äusserste Konsequenz der gerade von Lavoisier selbst ausgesprochenen Prinzipien hervorgegangen ist.

beschriebener Vorsichtsmassregeln in einem Glasrohr gemischt wurde. Das offene Ende derselben wurde dann ausgezogen und mit einer kugelförmigen Vorlage sowie mit einem Chlorcalciumrohr verbunden, von wo aus das nunmehr trockene Gasgemisch in eine mit Quecksilber gefüllte gläserne Glocke gelangte. Die Absorption der Kohlensäure geschah vermittelst festen Kalihydrats, das in einer gewogenen und mit einer durchlässigen Membran überbundenen Glasbirne in die Glocke eingeführt wurde[1]). Die Genauigkeit der mittels dieser Methode erzielten Resultate ist aus nachstehender Übersicht ersichtlich. Des Vergleichs wegen sind nebenbei die von Gay-Lussac und Thénard kurz zuvor erhaltenen Werte angeführt. Die letzte Kolumne enthält die aus den jetzt angenommenen Formeln und unter Zugrundelegung der jetzt gebräuchlichen Atomgewichten berechneten Zahlen.

Citronensäure[2]), Hydrat — 1 Mol. Wasser.

	Berzelius		Gay-L. u. Th.	
	Experiment	Berechn.		($C_6H_8O_8$)
Kohlenstoff	41.69	41.399	33.811	41.37
Wasserstoff	3.84	3.646	6.33	3.48
Sauerstoff	54.47	54.955	59.859	55.15

Als wahrscheinlichste Formel der Citronensäure giebt Berzelius $4H + 4C + 4O = \bar{C}$ an.

Weinsäure[3]), Hydrat — 1 Mol. Wasser.

---

[1]) In Bezug auf die interessanten Einzelnheiten der Ausführung muss auf Berzelius' Originalabhandlung und die darin befindliche Abbildung des Apparates verwiesen werden. Siehe auch die während der Drucklegung dieser Arbeit erschienene Abhandlung Dennstedt's: Die Entwickelung der organischen Elementaranalyse, Stuttgart 1899, S. 11 (Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge IV, 1, 2).

[2]) Afh. V, 562; vgl. Schweigg. J. 11, 301, 1814, wo etwas abweichende Werte angeführt werden.

[3]) Afh. V, 569; über eine Analyse des Kaliumtartrats siehe Gilb. A. 40, 275, 1812.

	Berzelius Experiment	Berechn.	Gay-L. u. Th.	($C_4H_4O_5$)
Kohlenstoff	36.190	36.108	36.888 [1])	36.35
Wasserstoff	3.807	3.976	3.912	3.06
Sauerstoff	60.003	59.916	59.200	60.59

Aus der Analyse leitete Berzelius die Formel 5H + 4C + 5O her.

Oxalsäure [2]), wasserfrei.

	Berzelius Experiment	Berechn.	Gay-L. u. Th.	(C_2O_3)
Kohlenstoff	32.16 [3])	33.349	33.215 [4])	33.33
Wasserstoff	0.23—0.24	0.244	0.495	—
Sauerstoff	(67.60—67.61)	66.407	66.290	66.67

Die von Berzelius berechneten Werte beziehen sich auf die Formel H + 12C + 18O = $\bar{O}$. Thomson und Dalton formulierten die Oxalsäure HC_2O_3; Dulong hingegen richtig: C_2O_3. Der Grund, weshalb sich Berzelius der letzteren Auffassung nicht anschloss, ist nach seiner eigenen Aussage darin zu suchen, dass es ihm niemals gelungen war, ein oxalsaures Salz zu bekommen, das nicht bei der trockenen Destillation ganz deutliche, wenn auch kleine Mengen „eines brenzlichen Öles" gegeben hatte, woraus er folgerte, dass der Wasserstoff ein wesentlicher Bestandteil der Oxalsäure sei.

Bernsteinsäure [5]); Hydrat — 1 Mol. Wasser.

	Berzelius Experiment	Berechn.	($C_4H_4O_3$)
Kohlenstoff	47.909	47.991	47.98
Wasserstoff	4.512	4.226	4.04
Sauerstoff	47.579	47.747	47.98

Die Formel wird von Berzelius 4H + 4C + 3O = $\bar{S}$u ge-

---

[1]) Nach einer von Berzelius angebrachten Korrektion, anlässlich des in dem von den genannten Autoren analysierten Calciumtartrat enthaltenen Wassers. Die Originalzahlen sind 24.050, 6.629, 69.321; Recherches phys.-chim. II, 305.

[2]) Afh. V, 572; über eine Analyse des Ammoniumsalzes siehe Gilb. A. 40, 283. Ältere Analysen der Citronen-, Wein- und „Sauerkleesäure" siehe Gilb. A. 40, 246.

[3]) Diese Zahl wird von Berzelius selbst als zu niedrig angegeben.

[4]) Siehe Anmerkung 1); die von Gay-Lussac und Thenard selbst angegebenen Zahlen sind 26.566, 2.745, 70.689.

[5]) Afh. V, 580.

schrieben in völliger Übereinstimmung mit der für das Bernsteinsäureanhydrid noch immer gebräuchlichen.

Essigsäure[1]; 2 Mol. Hydrat — 1 Mol. Wasser.

	BERZELIUS Experiment	Berechn.	GAY-L. u. TH.[2]	($C_4H_6O_3$)
Kohlenstoff	47.147	47.000	50.222	47.03
Wasserstoff	6.350	6.208	5.629	5.94
Sauerstoff	46.503	46.792	44.147	47.03

BERZELIUS schrieb die Essigsäure 6H + 4C + 3O = $\bar{A}$, also in Übereinstimmung mit der jetzigen Formel des Essigsäureanhydrids.

„Galläpfelsäure“[3]. Die Substanz, welche BERZELIUS unter diesem Namen beschreibt, ist, wie aus der Darstellungsweise (Sublimieren der aus einem schimmeligen Galläpfelextrakte erhaltenen Säure) sowie aus der Zusammensetzung hervorgeht, nicht mit der Trioxybenzoësäure sondern mit dem Pyrogallol identisch.

	BERZELIUS Experiment	Berechn.	($C_6H_6O_3$)
Kohlenstoff	57	57.084	57.11
Wasserstoff	5	5.026	4.81
Sauerstoff	38	37.900	38.08

Die Zusammensetzung wird durch die Formel 6H + 6C + 3O = $\bar{G}$ ausgedrückt.

Ameisensäure[4]; 2 Mol. Hydrat — 1 Mol. Wasser.

	BERZELIUS Eperiment	Berechn.	($C_2H_2O_3$)
Kohlenstoff	32.911	32.475	32.42
Wasserstoff	2.813	2.860	2.73
Sauerstoff	64.276	64.665	64.85

Formel 2H + 2C + 3O = $\bar{F}$.

Schleimsäure, „Milchzuckersäure“[5]; Hydrat.

	BERZELIUS Experiment	Berechn.	GAY-L. u. TH.	($C_6H_{10}O_8$)
Kohlenstoff	33.46	34.284	33.69	34.27
Wasserstoff	5.08	5.032	3.62	4.81
Sauerstoff	61.46	60.684	62.69	60.92

Formel 10H + 6C + 8O = $\bar{Mu}$.

[1]) Afh. V, 582; Analyse des Natrium- und Calciumacetats, siehe GILB. A. 40, 278, 1812.

[2]) Nach einer Analyse des Baryumacetats.

[3]) Afh. V, 588.

[4]) Ebenda S. 593.

[5]) Ebenda S. 598.

Benzoësäure[1]; 2 Mol. Hydrat — 1 Mol. Wasser.

	BERZELIUS Experiment	Berechn.	($C_{14}H_{10}O_3$)
Kohlenstoff	74.66	74.851	74.30
Wasserstoff	5.24	5.275	4.47
Sauerstoff	20.10	19.874	21.23

Der zu hoch gefundene Wasserstoffgehalt führte zu der Formel 3O + 12H + 15C = B, die sich somit durch einen Mehrgehalt von einer CH_2-Gruppe von der richtigen unterscheidet. Der gefundene Kohlenstoffgehalt stimmt, wie man sieht, fast ebenso gut mit dem richtigen wie mit dem von BERZELIUS berechneten Wert überein.

Gerbstoff aus Galläpfeln (Tannin)[2].

	BERZELIUS Experiment	Berechn.	($C_{14}H_{10}O_9$)
Kohlenstoff	52.190—51.969	50.77	52.16
Wasserstoff	4.186— 4.009	4.45	3.13
Sauerstoff	43.624—44.032	44.78	44.71

Auch hier ist der Wasserstoffgehalt um etwa 1 % zu hoch ausgefallen. Der beobachtete Kohlenstoffgehalt stimmt viel besser mit der richtigen Formel als mit der von BERZELIUS hergeleiteten. 18H + 18C + 12O, überein.

(Rohr)zucker[3], aus „Bleioxydsubsaccharat" durch Zerlegung mittels Kohlensäure dargestellt.

	BERZELIUS Experiment	GAY-L. u. TH.	($C_{12}H_{22}O_{11}$)
Kohlenstoff	42.984	42.47	42.08
Wasserstoff	6.891	6.90	6.49
Sauerstoff	50.125	50.63	51.43

Aus dieser Analyse leitete BERZELIUS die Formel 44H + 24C + 21O her, welche somit ein halbes Sauerstoffatom weniger enthält als die jetzige. Dem mit Bleioxyd verbundenen Zucker gab er die um 1 Mol. Wasser ärmere Formel 21H + 12C + 10O.

Milchzucker[4].

	BERZELIUS Experiment	BERZELIUS Berechn.	GAY-L. u. TH.	($C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O$)
Kohlenstoff	39.730	39.942	38.825	39.97
Wasserstoff	7.167	7.035	7.341	6.73
Sauerstoff	53.103	53.023	53.834	53.30

[1] Afh. V. 602.
[2] Ebenda S. 607.
[3] Ebenda S. 620.
[4] Ebenda S. 628.

Die von Berzelius berechneten Zahlen sind auf die Formel 2H + C + O bezogen. Infolge besonderer Versuche glaubte er indessen annehmen zu dürfen, dass $^1/_5$ des Sauerstoffs als Wasser gebunden sei, weshalb er den wasserfreien Milchzucker folgendermassen formulierte: 8H + 5C + 4O.

Gummi arabicum[1]).

	Berzelius		Gay-L. u. Th.	
	Experiment	Berechn.		($C_6H_{10}O_5$)
Kohlenstoff	42.154—42.357	41.877	42.23	44.42
Wasserstoff	6.750— 6.788	6.808	6.93	6.23
Sauerstoff	51.096—50.855	51.315	50.84	49.35

Formel 24H + 13C + 12O.

Kartoffelstärke[2]).

	Berzelius		Gay-L. u. Th.	
	Experiment	Berechn.		($C_6H_{10}O_5$)
Kohlenstoff	43.769	43.452	43.55	44.42
Wasserstoff	7.064	7.107	6.77	6.23
Sauerstoff	49.187	49.441	49.68	49.35

Formel 39H + 21C + 18O.

Aus den hier angeführten Daten geht deutlich hervor, dass eine exakte, gewichtsanalytische Bestimmung des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs in organischen Verbindungen durch Berzelius nicht nur ermöglicht, sondern auch verwirklicht wurde. Eine entgegengesetzte Ansicht wird allerdings nicht selten vertreten. So findet man z. B. in einer unlängst erschienenen Liebig-Biographie folgende Behauptung: „Erst im Jahre 1830 brachte die Erfindung des Liebig'schen Kaliapparates, die Möglichkeit, den Kohlenstoff gewichtsanalytisch zu bestimmen, eine derartige Vereinfachung der Elementaranalyse, dass sie ..... eine der leichtesten und elegantesten Operationen der Experimentalchemie geworden ist[3])." Um dieses Urteil als unzutreffend zu erkennen, genügt aber schon ein Blick auf obenstehende Zahlen, vor allem noch der Umstand,

[1]) Afh. V, 636.
[2]) Ebenda S. 640.
[3]) W. Roth, Justus v. Liebig. Ein Gedenkblatt, Stuttgart 1898, S. 173 (Samml. chemischer und chem.-technischer Vorträge, Bd. III, H. 5).

dass die atomistischen Formeln, welche BERZELIUS unmittelbar aus seinen Analysen für die organischen Säuren herleitete — die ersten Atomformeln, die wohl überhaupt jemals für organische Stoffe aufgestellt worden sind (wenn man von DALTON's unvollkommenen Versuchen nach dieser Richtung hin absieht — mit wenigen Ausnahmen im grossen und ganzen völlig korrekt sind.

Hierdurch werden die ausserordentlich grossen Verdienste keineswegs verdunkelt, welche sich LIEBIG seinerseits um die organische Elementaranalyse erworben, indem er dieselbe zugänglicher und händlicher machte, so dass sie im Gegensatz zu früher, wo sie an die experimentelle Fertigkeit des Analytikers die grössten Anforderungen stellte, jetzt auch in der Hand eines mittelmässigen Experimentators brauchbare Resultate ergeben konnte. Allein dies geschah wesentlich durch die Entwicklung und Vereinfachung derselben Methode, welche BERZELIUS in ihren Prinzipien und Hauptzügen aufgestellt hatte. Sollte hierfür noch eine weitere Belegstelle von Nöten sein, so bietet sich eine solche in folgendem Passus eines Briefes von LIEBIG an BERZELIUS (der noch vor Eintritt der grossen Spaltung zwischen ihnen geschrieben wurde): „nachdem ich angefangen hatte, mich vorzugsweise mit der organischen Analyse zu beschäftigen, gewann ich sehr bald die Überzeugung, dass nur Ihre Methode, den Kohlenstoff durch das Gewicht der Kohlensäure zu bestimmen, ganz zuverlässige Resultate unter allen Umständen versprach und mein Bestreben ist nun dahin gerichtet gewesen, dieses Verfahren leichter zugänglich zu machen.“ [1])

Was beim Studium der BERZELIUS'schen Untersuchungen betreffend die chemischen Proportionen am meisten auffällt, ist ihre völlige Tendenzlosigkeit. Sie wurden vorgenommen, ohne dass der Forscher dabei von vornherein die Absicht hatte, irgend eine bestimmte Theorie zu befestigen oder umzustossen. Sie wurden begonnen in einer Zeit (1807), wo der Streit zwischen den Auffassungen BERTHOLLET's und PROUST's

---

[1]) Brief von LIEBIG an BERZELIUS 14. 9. 1833.

noch fortdauerte, und bevor noch die Atomtheorie DALTON's allgemeiner bekannt geworden war. Dass wenigstens BERZELIUS letztere damals noch nicht kannte, geht deutlich aus seiner eigenen Darstellung hervor. Sie scheint erst gegen Ende 1808 oder Anfang 1809 zu seiner Kenntnis gelangt zu sein und zwar durch die Versuche WOLLASTON's über saure Salze [1]), welche Versuche durch dieselbe Theorie veranlasst wurden. Dies wird noch dadurch bestätigt, dass die Atomtheorie im ersten Teil des Lehrbuchs (1808) garnicht erwähnt ist. Noch 1810 sagt er: „es ist mir unbekannt, wie DALTON seinen Satz entwickelt und durch welche Versuche er ihn begründet hat, demnach auch inwieweit dieser Satz durch meine Versuche in seinem ganzen Umfang bestätigt wird oder durch dieselben grössere oder kleinere Modifikationen erleidet" [2]). Gleichzeitig hebt er allerdings die grosse Tragweite der Hypothese hervor und bezeichnet sie als „den grössten Fortschritt, den die Chemie als Wissenschaft zu ihrer Vollendung je gethan habe".

In dem Grade aber, wie die Arbeiten BERZELIUS' über die bestimmten Proportionen fortschritten, wurde es sowohl ihm selbst als anderen klar, welche kräftige Stütze sie in der That der Atomtheorie boten. Durch ROSCOE's und HARDEN's kürzlich erschienene Schrift [3]) ist der Nachweis geliefert worden, dass DALTON's Hypothese, im Gegensatz zu der bisherigen allgemeinen Annahme, aus rein physikalischen Gründen [4]) aufgestellt wurde und nicht etwa aus den Ergebnissen der chemischen Analyse, d. h. aus dem empirisch gefundenen Gesetz von den multiplen Proportionen hervorging, dass sie mit anderen Worten ein auf spekulativem Wege entstandener Sprössling der NEWTON'schen Lehre von dem atomistischen Bau der Materie war, und dass wenigstens DALTON selbst durch die deduktiv hergeleitete Annahme kleinster Teilchen mit verschiedener Schwere zu der experimentellen Aufsuchung

---

[1]) NICHOLSON's Journal 1808, Nov.

[2]) Afh. III, 164, 1810.

[3]) A New View of the origin of DALTON's Atomic Theory, 1896. (Deutsch in KAHLBAUM's Monographien II, 1898.)

[4]) „From physical standpoint and from purely physical considerations." Ebenda S. VIII.

der vorerwähnten Gesetzmässigkeit **veranlasst** wurde. Allein es war nicht gerade leicht, bei dem damaligen, wenig entwickelten Stande der Experimentalchemie, ein hinreichendes Beweismaterial herbeizuschaffen. Wie hoch man auch DALTON als Theoretiker oder als „philosophischen Chemiker", wie der Ausdruck damals noch lautete, stellen mag: als Analytiker wird er sogar von mehreren seiner Vorgänger übertroffen, und obwohl er in deren Forschungen zu verschiedenen Malen eine Stütze suchte, so oft nämlich seine eigenen sich als unzureichend erwiesen, so konnten weder diese noch jene die erforderlichen Ansprüche erfüllen, sei es hinsichtlich der Genauigkeit oder des Umfangs, worüber die von DALTON wiederholt nach eigenen und anderen Untersuchungen zusammengestellten Atomgewichtstafeln ein nicht zu verkennendes Zeugnis ablegen. Erst durch BERZELIUS' gerade zur rechten Zeit vorgenommene Arbeiten erhielt DALTON's Theorie schon kurz nach ihrer Entstehung die breite Grundlage eines exakten Zahlenmaterials, und dadurch das Gepräge der Zuverlässigkeit, ohne welche ihre allgemeine Anerkennung und ihr befruchtender Einfluss auf die Wissenschaft sicherlich nicht unwesentlich aufgehalten worden wäre.

Trotz des unverkennbaren Zusammenhanges, der durch die Macht der Umstände zwischen den von Manchester aus verkündeten Lehren und den in Stockholm ausgeführten Experimentaluntersuchungen stattfand, behielten die Arbeiten BERZELIUS' über die chemischen Gewichtsverhältnisse in ihrem Äusseren noch lange den rein empirischen Charakter, den sie von Anfang an getragen. Das in der Einleitung zu der ersten der fraglichen Abhandlungen aufgestellte Programm, „bei der Darlegung der Versuche jedes Theoretisieren auszuschliessen" [1]), wurde in der Regel auch bei den folgenden beobachtet, wenigstens gilt dies von den in schwedischer Sprache abgefassten Originalaufsätzen. Sie enthalten im allgemeinen nur eine Beschreibung der angewandten analytischen Methode, und eine Übersicht der gewonnenen Resultate, gewöhnlich, wo solche vorliegen, verglichen mit den früher von anderen Forschern

---

1) Afh. III, 166.

gefundenen Werten, so wie auch die Schlüsse, welche unmittelbar daraus gezogen werden konnten, oft in Form von gemeingültigen Erfahrungsregeln ausgedrückt. Aus diesem Grunde machen sie, trotz des bisweilen recht breiten Stils, einen eigentümlichen trocknen, aber gleichzeitig in hohem Grade exakten Eindruck.

Während DALTON schon 1803 [1]) — auf Grund des damals vorliegenden, ziemlich knappen Materials — anfing, seine Atomgewichtstabellen aufzustellen, die in der nächsten Zeit fast jährlich mehr oder weniger durchgreifenden Änderungen unterworfen wurden, scheint BERZELIUS die Frage von den Atomgewichten anfangs ganz bei Seite gelegt zu haben. Das Wort Atomgewicht kommt kaum in seinen experimentellen Arbeiten jener Periode vor [2]) — ebenso wenig wie in den beiden ersten Teilen des Lehrbuchs (1808—1812). Und als er endlich ungefähr sieben Jahre nach der Inangriffnahme der Untersuchungen daran ging, aus dem während dieser Zeit gesammelten umfangreichen Materiale die Gewichte der Atome zu berechnen, geschah dies, was die schwedischen Ausgaben betrifft, in einem ganz anderen Zusammenhange, nämlich in Anschluss an den theoretisch-systematischen Teil seiner Schriftstellerei.

Es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass gerade die Atomgewichtstabellen den bequemsten Weg bieten, mit geringer Mühe sich eine ungefähre Vorstellung von BERZELIUS' Leistungen auf diesem Gebiete zu machen und seine Zahlenwerte mit denjenigen zu vergleichen, welche aus einer acht Jahrzehnte hindurch fortgesetzten mühsamen Arbeit als die aller Wahrscheinlichkeit nach richtigsten hervorgegangen sind. Dieser Vergleich wird nicht unerheblich durch den Umstand erleichtert, dass der in der Atomtheorie erzogene Chemiker in der Regel mit den hypothetischen Atomgewichtskonstanten weit mehr

---

[1]) Siehe Monographien Bd. 2, S. 5.

[2]) Erst gegen Ende derselben ist die Bestimmung des Atomgewichts ausdrücklich als Ziel der Untersuchung angegeben, z. B. in der Abhandlung „Untersuchung der Zusammensetzung des Kupferoxyds, um daraus mit ziemlicher Sicherheit das Gewicht des Kupferatoms bestimmen zu können". Afh. VI, 1, 1818.

vertraut ist als mit den rein empirischen Proportionalitätszahlen, welche für die Berechnung derselben den äussersten Grund bilden. Man findet auch, dass die genannten Tabellen von älteren nicht minder als von späteren Schriftstellern zu jenem Zwecke angewandt worden sind. Hierbei darf jedoch nicht ausser Acht gelassen werden, dass die in diesen Tabellen angegebenen Werte nicht immer eine unmittelbare Umrechnung der direkt beobachteten Zahlen bilden, sondern dass letztere — wie man sich bei einem Vergleich zwischen beiden leicht überzeugen kann — später in mehreren Fällen aus theoretischen Gründen einer zwar meistens unbedeutenden Korrektur unterworfen wurden, weshalb eine Rückkehr zu den Observationszahlen unvermeidlich ist.

Nach Kopp rührt die erste Atomgewichtstabelle Berzelius' vom Jahre 1815 her [1]). Richtiger scheint es jedoch, sie ins Jahr 1814 zu verlegen, denn in diesem Jahre erschien sie sowohl in schwedischem [2]) wie in englischem [3]) Text, in deutscher Sprache allerdings erst etwas später [4]). Diese Tabelle hatte indessen offenbar nur einen vorläufigen Charakter, da Berzelius seine Untersuchungen über die Proportionen erst 1818 als in der Hauptsache abgeschlossen betrachtete [5]). Im letztgenannten Jahre gab er im Anschluss an den dritten Teil seines Lehrbuches auch eine grössere tabellarische Arbeit von endgültigerem Gepräge heraus, die nicht nur die Atomgewichte der meisten damals bekannten Grundstoffe enthielt, sondern auch die Formeln und die prozentuale Zusammensetzung einer grossen Anzahl chemischer Verbindungen [6]).

In der dritten Beilage findet sich eine Zusammenstellung der in den beiden genannten Tabellen angeführten Atom-

---

[1]) Geschichte der Chemie II, 383.

[2]) In „Försök att ..... grundlägga ett rent vettenskapligt System för mineralogien. Stockholm 1814, S. 85 f.

[3]) Thomson's Annals of Philosophy III, 1814, S. 362. Zwischen den Zahlen in der schwedischen Abhandlung und den der englischen bestehen schon einige kleinere Differenzen.

[4]) Schweigger's Journ. 11. 193—233; 12, 17—62, 1814, mit Beilagen (Atomgewichtstabelle) 15, 277 f., 1815.

[5]) Vgl. Berzelius, Lehrbuch der Chemie, 5. Aufl. 3, S. 1161.

[6]) Bihang till Tredje Delen af Lärboken i Kemien, Stockholm 1818.

gewichte, welche der Bequemlichkeit halber von dem in den Urtexten angegebenen Verhältnis: Sauerstoff = 100 in: Sauerstoff = 16 umgerechnet und die einerseits mit den DALTON'schen Atomgewichten von 1810, anderseits mit den jetzt gebräuchlichen [1]) verglichen worden sind.

Die grössten Differenzen zwischen den älteren BERZELIUSschen Atomgewichten und den jetzigen ergeben sich, wie man aus dieser Übersicht leicht ersehen kann, vorzugsweise für die in der Natur seltener oder nur spärlich vorkommenden Grundstoffe. Für die gewöhnlicheren Elemente dagegen, besonders für die, welche in analytischer Hinsicht von grösserer Bedeutung sind und darum in stöchiometrischer Hinsicht als grundlegend oder typisch angesehen werden können, wie Baryum, Blei, Silber, Kalium, Chlor, Schwefel u. a. m. sind die Verbindungsgewichte auch in diesen ältesten Tabellen mit einer Genauigkeit angegeben, die schon an und für sich geeignet ist, unsere lebhafteste Bewunderung zu erregen.

Um sich von der Sorgfalt, mit welcher BERZELIUS arbeitete, eine recht anschauliche Vorstellung zu machen, dürfte vielleicht ein Vergleich zwischen seinen Atomgewichten und den später von STAS ermittelten am besten geeignet sein, welch' letztere ja mit Recht als jetzt noch unübertroffene Muster peinlichster Genauigkeit angesehen werden, einer Genauigkeit, „welche in den exakten Wissenschaften sonst schwerlich erreicht, geschweige denn übertroffen wird" [2]). Aus beigefügter Tabelle geht zur Genüge die grosse Übereinstimmung beider hervor:

	BERZELIUS 1818	STAS 1865	Differenz
Blei	207.12	206.91	+ 0.21
Chlor	35.411	35.453	— 0.042
Jod	(128.2) [3])	126.86	(+ 1.34)
Kalium	39.19	39.14	+ 0.05

[1]) Nach dem Vorschlag der Kommission für die Festsetzung der Atomgewichte, Berichte der deutsch. ch. Ges. 1898, Bd. XXXI, 2761.

[2]) OSTWALD, Grundriss der allgemeinen Chemie 1889, S. 27.

[3]) Dieser Wert rührt offenbar nicht von BERZELIUS selbst her, da er erst im Jahre 1828 das Atomgewicht dieses Halogens und zwar zu 126.28 bestimmte.

	BERZELIUS 1818	STAS 1865	Differenz
Kohlenstoff	12.05 [1])	12.00	+ 0.05
Natrium	23.27	23.06	+ 0.21
Schwefel	32.185	32.06	+ 0.125
Silber	108.12	107.938	+ 0.182
Stickstoff [2])	14.05	14.041	+ 0.009

Bemerkenswert ist, dass beinahe alle Bestimmungen BERZELIUS' (mit Ausnahme der des Chlors) um ein unbedeutendes höher ausgefallen sind als die STAS'schen.

Die Bewunderung, welche BERZELIUS' Leistungen auf diesem Gebiete hervorrufen, muss noch erhöht werden, ja sogar in Staunen übergehen, wenn man bedenkt, dass diese Berechnungen der Atomgewichte von ungefähr fünfzig Grundstoffen und der Zusammensetzung nahezu 2000 ihrer verschiedenen Verbindungen zum überwiegenden Teil auf eigenhändig ausgeführten Analysen gegründet sind. [3]) Eine solche Riesenarbeit wäre in unserer Zeit wohl geeignet, ein ganzes Menschenalter ungeteilt in Anspruch zu nehmen, trotz unserer sorgfältig ausgearbeiteten Methoden, empfindlichen Instrumente und höchst vervollkommneten Laboratoriumstechnik, nicht zu reden von der Leichtigkeit, mit welcher alle erforderlichen Reagentien jetzt ohne Mühe und Zeitaufwand in dem für derartige subtile Untersuchungen erforderlichen äussersten Grade der Reinheit herbeizuschaffen sind. Diese Arbeit führte BERZELIUS während des kurzen Zeitraumes von etwas mehr als einem Decennium aus, trotzdem die Mehrzahl der angewandten analytischen Methoden bei Beginn der Untersuchungen eben noch nicht vorhanden war, jede vielmehr für den einzelnen Fall besonders ausgearbeitet werden musste, was eine vielfache Wieder-

[1]) Wohl nach BIOT's Untersuchungen; der höhere, später so viel umstrittene Wert 12.24, gründet sich bekanntlich auf die von BERZELIUS 1820 in Gemeinschaft mit DULONG ausgeführten Untersuchungen.

[2]) Nitrogenium = 1 At. Nitricum + At. Sauerstoff; Nitricum : Sauerstoff = 75.63 : 100.

[3]) Die hierher gehörigen Untersuchungen, welche nicht von BERZELIUS persönlich, sondern von seinen Schülern, obwohl in seinem Laboratorium und unter seiner Leitung ausgeführt wurden, sind beinahe alle unter den Namen der betreffenden Mitarbeiter veröffentlicht worden, wie Lithium von ARFVEDSON, Wismut von LAGERHJELM etc.

holung der Versuche zur Folge hatte, bevor die Resultate als annähernd genau betrachtet werden konnten [1]). Er bewältigte diese Arbeit ohne jede Hilfe [2]) und in einem Laboratorium, dessen ausserordentlich einfache Ausrüstung [3]) selbst bei zeitgenössischen Fachgelehrten grosse Verwunderung erregte, und dessen entfernte Lage, besonders in anbetracht der wenig entwickelten Verkehrsverbindung der damaligen Zeit, die Beschaffung der erforderlichen chemischen Präparate und Utensilien aufs höchste erschwerte [4]).

Nun sollte man doch wenigstens meinen, dass dieses Werk während der Periode, in welcher die Bestimmung der chemischen Proportionen hauptsächlich fällt, die Zeit und Kraft des Forschers ausschliesslich in Anspruch genommen habe. Dem ist aber nicht so. Abgesehen von seiner ordentlichen Lehrwirksamkeit am Carolinischen Institut, übte er in derselben Zeit eine umfassende theoretisch-schriftstellerische Thätigkeit von so durchgreifender Bedeutung aus, dass sie von gewissen

---

[1]) Berzelius selbst schildert an einer Stelle, wie er mitunter 20 bis 30 Mal ein und denselben Versuch wiederholen musste. Afh. III, 240.

[2]) Erst gegen Ende seines Lebens konnte er sich den Luxus leisten, einen Privatassistenten zu halten; der erste, welcher die beneidenswerte Ehre hatte, ihm in dieser Eigenschaft zu assistieren, war Clemens Ullgren (später Professor der Chemie am technischen Institut Stockholm, geb. 1811, gest. 1868). Brief von Berzelius an Mitscherlich 14. 2. 1837. Handschriften-Sammlung der Akademie der Wissenschaften Stockholm.

[3]) Eine besonders anschauliche Schilderung von Berzelius' Laboratorium verdanken wir Wöhler: Jugenderinnerungen eines Chemikers. Berichte d. deutsch. chem. Ges., Bd. VIII (1875).

[4]) In welch' hohem Grade Berzelius auf sich selbst angewiesen war und mit welchen von einem modernen Chemiker kaum geahnten und, wie es uns scheinen will, höchst überflüssigen Zeitaufwand seine Experimente verknüpft waren, geht vielleicht auf das schlagendste aus einem charakteristischen Beispiel hervor, das er selbst anführt. An einer Stelle seines Lehrbuches erwähnt er nämlich, wie er stets gezwungen war, seinen ganzen Bedarf an Salzsäure aus Kochsalz und Schwefelsäure selbst herzustellen, da es ihm nicht gelang, dieselbe von den Fabrikanten in genügend reinem Zustande zu beziehen! Lärbok i Kemien I, 2. Aufl., S. 469 (1817). Kaum weniger bezeichnend ist folgender Passus aus einem Briefe an Mitscherlich (4. 7. 1823): „Durch Klemming bekam ich von Heinrich (Rose?) 3 Porzellantiegel, wovon einer zerbrochen war. Den zweiten musste ich Wachtmeister geben, und habe jetzt nur noch einen übrig."

Seiten als die hervorragendste seiner sämtlichen wissenschaftlichen Leistungen hingestellt wurde. In dieselbe Zeit fielen auch seine für die Chemie nicht weniger als für die Mineralogie epochemachenden systematischen Arbeiten, woran sich die Ausbildung der chemischen Nomenklatur und die Neubildung der chemischen Zeichensprache unmittelbar anschloss. Gleichsam als ob das bisher Angeführte noch nicht hinreichend gewesen wäre, um seine Arbeitskraft voll und ganz auszunützen, fand er sogar noch Zeit und Gelegenheit, weitere etwa dreissig grössere und kleinere Experimentaluntersuchungen sowohl rein chemischen, wie auch agrikulturchemischen, physiologischen (besonders tierchemischen), hygienischen, metallurgischen und mineralogischen Inhalts auszuführen. Diese in der That staunenerregende, man wäre versucht zu sagen, ans Fabelhafte grenzende Produktivität, die Berzelius während jener Zeit als Schriftsteller nicht weniger denn als Experimentator entfaltete, dürfte in der Geschichte der Naturwissenschaften nur wenige Seitenstücke haben.

Als Experimentator war Berzelius weit mehr der Mann des ruhigen, ausdauernden Forschens als der der kühnen, glänzenden Entdeckungen, darin von seinem grossen Zeitgenossen Humphry Davy, wie von seinem nicht minder grossen Vorgänger und Landsmann Scheele verschieden[1]). Nicht etwa als ob ihm bei seiner ungewöhnlich reich ausgestatteten Natur an Begabung auch nach dieser Richtung hin gefehlt hätte. Die Entdeckung dreier neuer Grundstoffe (ausser den beiden, die unter seiner Leitung von seinen Schülern gefunden wurden), die des ersten bald zu Anfang seiner wissenschaftlichen Laufbahn, zeigt zur Genüge, dass er auch den Scharfblick des Entdeckers in hohem Grade besass. Allein er konnte nicht umhin, einzusehen, dass in der Wissenschaft nicht nur die Erschliessung neuer Gebiete erforderlich ist, sondern auch,

---

[1]) Interessant ist es übrigens, die unverkennbare Geistesverwandtschaft zwischen den beiden letztgenannten Forschern zu beobachten, die u. a. zum Ausdruck kommt in Davy's wiederholt ausgesprochener Bewunderung und Sympathie für Scheele, wogegen Lavoisier Davy ebenso unberührt liess, wie er auf Berzelius anziehend wirkte. Vgl. Kahlbaum, Monographien I, 91 (1897).

zum wenigsten in demselben Masse, die Weiterentwicklung solcher Gebiete, welche, obwohl nicht eigentlich unbekannt, nicht destoweniger aus Mangel an Bearbeitung so gut wie brach und ohne jeden Nutzen daliegen (wie es bei Beginn der Wirksamkeit BERZELIUS' mit dem Gebiete der chemischen Proportionen der Fall war). Gerade in dieser Wirkungssphäre hatte die Stärke und vor allem die Originalität seiner vielseitigen Begabung Gelegenheit, sich zu voller Blüte zu entfalten. Jeder, der sich der Mühe unterziehen will, sich mit BERZELIUS in dessen eigenen Schriften, nicht etwa in den Auslegungen seiner Epigonen, vertraut zu machen, wird, selbst wenn die theoretische Anschauungsweise an vielen Stellen veraltet und der jetzigen Auffassung fremd erscheint (was bei der ausserordentlich schnellen Entwicklung der Chemie während der letzten 50 Jahre nicht allzu sehr auffallen kann), dennoch nicht verhindern können, dass ihm die Experimentaluntersuchungen eine mit jeder Seite an Stärke zunehmende Bewunderung einflössen. Nur weiss man nicht, was man am höchsten schätzen soll, die tiefe und zielbewusste Planmässigkeit in der ganzen Anlage der Untersuchungen, den, man möchte sagen, unerschöpflichen Scharfsinn und erfinderischen Geist in der Anordnung der Versuche oder die unermüdliche Energie, die das Ziel selten verfehlende Genauigkeit in der Durchführung derselben.

Betrachtet man jede dieser Untersuchungen für sich, so können sie — und das gilt nicht zum wenigsten von denjenigen, welche die bestimmten chemischen Gewichtsverhältnisse behandeln — ziemlich unansehnlich erscheinen; sie bieten dem flüchtigen Beobachter nur wenig Aufsehen erregendes. Mit ihrem streng sachlichen Inhalt verbinden sie eine entsprechende bescheidene Form. Es sind ganz einfach analytische „Versuche“, in einer nüchternen prosaischen Sprache dargestellt, die bisweilen etwas in die Länge gezogen, immer aber klar, logisch und natürlich ist, so dass sie mit Recht als Muster für die wissenschaftliche Prosa hingestellt werden kann. In dieser Weise — eine Abhandlung nach der andern, zerstreut in einer grossen Zahl von Zeitschriften und in verschiedenen Sprachen, kamen sie zur Kenntnis der Zeitgenossen. BERZELIUS fasste

sie niemals in einem Sammelwerke zusammen; die einzigen Stellen, wo man ohne allzu grosse Mühe einen, wenn auch bei weitem nicht vollständigen Überblick über die darin niedergelegte Arbeit erhalten konnte, waren die vorerwähnten Atomgewichtstafeln, die jedoch keinen Aufschluss darüber geben, in welcher Ausdehnung die ihnen zu Grunde liegenden Untersuchungen wirklich von BERZELIUS selbst ausgeführt worden sind. Die Idee, welche das einigende Band zwischen allen diesen zerstreuten Specialarbeiten bildet, tritt erst dann in ihrer ganzen Klarheit hervor, wenn man dieselben in eine gemeinsame Übersicht zusammenfasst, ebenso wie ihre Bedeutung für die Wissenschaft besonders dann in ihrer vollen Ausdehnung offenbar wird, wenn man die gewonnenen Resultate einerseits mit den schon vorher vorhandenen, anderseits mit den später erreichten vergleicht. Dieses enorme Versuchsmaterial, von welchem jede Einzelheit ziemlich unansehnlich erscheint, war nötig, um für das mehr geahnte als exakt bewiesene Gesetz der bestimmten Proportionen eine zuverlässige und im einzelnen mit gehöriger Genauigkeit ausgebaute Grundlage zu schaffen, die gleichzeitig auch als fester Stützpunkt für die noch schwankende Atomtheorie dienen konnte. Unter gewöhnlichen Verhältnissen hätte dieses Material nur von mehreren Forschern innerhalb eines grösseren Zeitraumes zusammengetragen werden können. Nur der Riesenfleiss und eiserne Wille eines BERZELIUS' konnte das Werk allein vollbringen und das in einer verhältnismässig kurzen Zeit von etwas mehr als zehn Jahren, wovon die Wissenschaft einen doppelten Gewinn erntete, nämlich, ausser der nicht unerheblichen Zeitersparnis, auch den Vorteil, der in einer grösseren Homogenität der Arbeit liegt, und der gerade hier um so wünschenswerter erschien, als diese Untersuchung schwerlich von einem klareren Kopfe angelegt oder von einer geschickteren Hand ausgeführt werden konnte. Jene Zeitersparnis dürfte gleich schwer — vielleicht noch schwerer sogar — ins Gewicht fallen als der Zeitverlust, welcher der Wissenschaft hinsichtlich ihrer Entwicklung durch den Anschluss BERZELIUS' an die LAVOISIER'sche Oxydtheorie verursacht wurde. Die Nachwelt, für welche das theoretische Lehrgebäude BERZELIUS' nicht

mehr dasselbe aktuelle Interesse hat wie für seine Zeitgenossen, hat darum nur um so grössere Veranlassung, ihre Anerkennung demjenigen Teile der Leistungen BERZELIUS' zu zollen, der in weit höherem Grade als die andern alle Voraussetzungen besitzt, der Vergänglichkeit widerstehen und den Wechsel der Theorien überleben zu können. Und selbst wenn die Atomtheorie in ihrer jetzigen Form früher oder später einmal demselben Schicksal wie die LAVOISIER-BERZELIUS'sche Sauerstofftheorie verfiele, kann dennoch wohl kein Zweifel darüber obwalten, dass sowohl ihr nächster Erbe wie auch alle späteren allgemeinchemischen Theorien in der einen oder andern Form mit dem Ergebnis der Arbeit BERZELIUS' über die fundamentalen Konstanten der Chemie werden rechnen müssen als einem Grundfaktor ihres Bestehens. Die genaue Unterscheidung zwischen den experimentellen Daten und der Anwendung derselben im Dienste der Theorien, die umsichtige Ausmerzung aller hypothetischen Bestandteile aus den Schriften, in welchen jene Daten zuerst bekannt gemacht wurden, hatte zur Folge, dass die Abhandlungen BERZELIUS' über die bestimmten Proportionen auch in ihrer rein äusseren Form das Gepräge des für alle Zeiten bleibenden tragen. Ebenso wie sie unabhängig von der Atomtheorie entstanden sind, werden sie ihren Wert auch nach deren Fall unvermindert beibehalten, sogar ohne dass dabei eine einzige Silbe in ihrem Wortlaut verändert zu werden braucht. Sie bilden den ihren Hauptzügen nach unveränderlichen Grund, auf dem voraussichtlich die zahlenmässige Behandlung der Chemie stets ruhen wird. Von diesem Gesichtspunkte aus mag es wohl berechtigt erscheinen, vorzugsweise auf diese Arbeit den Schwerpunkt der wissenschaftlichen Grösse BERZELIUS' zu verlegen. Keines seiner übrigen Werke trägt in demselben Grade den Stempel, für die Nachwelt geschaffen zu sein, als wie gerade dieses.

V.

Die chemische Sprache.

Nicht weniger gross als die Verdienste, welche sich Berzelius um die zahlenmässige Präcisierung des faktischen Lehrinhalts der Chemie erworben, ist seine Bedeutung auf dem Gebiete der formellen Behandlung der Wissenschaft; seine diesbezügliche Arbeit dürfte auch diejenige seiner Grossthaten sein, worüber die Meinungen der wissenschaftlichen Kritik am wenigsten auseinander gegangen sind. Aber gerade dieser Umstand hat zur Folge gehabt, dass seine Thätigkeit für die Entwicklung der chemischen Sprache in der historisch-chemischen Litteratur meistens ziemlich kurz behandelt worden ist, weshalb einige ergänzende Notizen nach dieser Richtung hin nicht ganz ohne Interesse sein dürften.

Berzelius' Arbeiten auf dem in Frage kommenden Gebiete reichen zeitlich weit zurück und stehen zweifelsohne mit seinem früh begonnenen Auftreten als Verfasser von Lehrbüchern der Chemie in engem Zusammenhang; ein andrer mitwirkender Umstand ist sicher auch in der durch seine Anstellung an einer medizinischen Hochschule bedingten Teilnahme an der Umarbeitung der schwedischen Pharmakopöe[1]) zu suchen. Jedes dieser Vorhaben war derartig, dass es den Mangel einer völlig rationell durchgeführten Nomenklatur be-

[1]) Siehe S. 17.

sonders fühlbar machte, namentlich einem Manne von BERZELIUS' nach Klarheit und systematischer Deutlichkeit ringendem Geiste.

Hierbei kam es allerdings weniger auf die Einführung einer ganz neuen Bezeichnungsweise als auf die Erweiterung der bereits vorhandenen an. Bedeutende Vorarbeiten nach dieser Richtung hin hatte die antiphlogistische Schule schon bei ihrem ersten Auftreten ausgeführt. Kaum stand „die neue Chemie" in ihren Hauptzügen fertig da, als sie auch durch den bekannten, von LAVOISIER, GUYTON DE MORVEAU, BERTHOLLET und FOURCROY ausgearbeiteten Vorschlag von 1787 [1]) eine neue Sprache erhielt, das während eines Zeitraumes von mehr als einem Jahrhundert wenig modifizierte Gerüst der noch jetzt gebräuchlichen. Nichts kann auf den ersten Blick verschiedener erscheinen als diese antiphlogistische Nomenklatur und die früher angewandte phlogistische Bezeichnungsweise, und doch fällt es nicht schwer, nachzuweisen, dass jene gerade in den Bestrebungen der Spätphlogistiker ihre Wurzeln hatte, ein interessantes Beispiel dafür, wie unauflöslich in Wirklichkeit stets der Zusammenhang ist, der zwischen einem Entwicklungsstadium und dem unmittelbar vorhergehenden besteht, und wieviel Gemeinsames sie beide haben, mag die Kluft noch so unüberbrückbar und der Gegensatz noch so schroff erscheinen.

Zweifellos war es ausser LAVOISIER selbst, in erster Linie GUYTON DE MORVEAU, der zur Ausarbeitung der neuen Nomenklatur am wirksamsten beitrug. Wir wissen nämlich, dass diese teilweise aus demjenigen Entwurfe hervorging, welcher schon im Jahre 1782 von demselben MORVEAU, damals noch Phlogistiker, dargelegt wurde. Es ist ferner keinem Zweifel unterworfen, dass MORVEAU seinerseits starke Anregung von einem der hervorragendsten und einflussreichsten Forscher der späteren Phlogistonperiode — und zwar von TORBERN BERGMAN — erhielt. Dieser hatte selbst einen Plan zu einer neuen chemischen Nomenklatur aufgestellt, der indessen niemals folgerichtig ausgeführt wurde, selbst nicht von seinem Urheber, der übrigens bald durch immer mehr zunehmende Gebrechlichkeit — der Vorbote seines 1784 eingetretenen

---

[1]) Méthode de nomenclature chimique. Paris 1787.

Todes — an der Vollendung seines Werkes gehindert wurde. Es ist indessen bekannt, dass BERGMAN gerade in seinen letzten Jahren mit MORVEAU in regem Briefwechsel stand[1]) und es geht besonders aus der Darstellung LAVOISIER's hervor, dass MORVEAU bei mehreren Gelegenheiten Ratschläge und Anweisungen von dem sich für das Fortschreiten seiner Arbeit stets lebhaft interessierenden schwedischen Forscher erhielt[2]).

Jedenfalls ist das Prinzip der neuen Bezeichnungsweise auf BERGMAN zurückzuführen, nach welchem die Benennungen womöglich entweder die Zusammensetzung der Verbindungen oder deren wesentlichen bezw. am meisten hervortretenden Eigenschaften ausdrücken sollten, im Gegensatz zu den alten Trivialnamen, welche oft nur an den zufälligen Entdecker erinnerten, wo sie nicht sogar „geradezu irrige Vorstellungen von der Natur der Stoffe hervorriefen". Besonders in seinen Meditationes de Systemate fossilium naturali[3]) hat BERGMAN seine diesbezüglichen Grundsätze dargelegt, welche später in LAVOISIER's Werken beinahe Wort für Wort, teilweise sogar mit denselben Beispielen, wiedergegeben wurden[4]). Ebenso kann BERGMAN als Urheber der in das antiphlogistische System aufgenommenen Methode angesehen werden, nach welcher die Salze mit einem vom Namen der S ä u r e hergeleiteten Substantiv zu bezeichnen sind, woran sich derjenige der B a s e als Epitheton anschliesst[5]). Als Beispiele dieser älteren ratio-

---

[1]) Vgl. KOPP, Geschichte der Chemie II, 415.

[2]) Oeuvres I, 12.

[3]) Sectio posterior, De fossilibus denominandis: „nomina absurda, et vanam redolentia ostentationem, omnino tollenda puto. Talia sunt: sal mirabile Glauberi, sal secretum Glauberi, sal polychrestum Glaseri, arcanum corallinum, arcanum duplicatum, sal de duobus, cetera ..... Falsa similiter eradicanda sunt. Hujus frugis sunt sequentia, quae erroneas suggerunt ideas: oleum vitrioli, spiritus vitrioli ..... butyrum antimonii ..... Quae nomina optima sint? Nomina quae compositionum vel proprietatem quamdam essentialem indicant, omnium optima sunt". Opuscula phys. et chem. IV, 257.

[4]) Oeuvres I, 11, 12.

[5]) Oder, wie er sich selbst ausdrückt: „copulando acidum cum adjectivo basis". Opuscula IV, 264.

nellen Salznomenklatur seien angeführt: muriaticum ammoniacatum (Chlorammonium), nitrosum natratum (Natriumnitrat), acetum potassinatum (Kaliumacetat) u. s. w.

Es dürfte hier überflüssig sein, auf die von LAVOISIER befolgte Bezeichnungsweise näher einzugehen. Es sei nur daran erinnert, wie er die einfachen Stoffe in vier Gruppen einteilte, nämlich 1. substances simples qui appartiennent aux trois règnes et qu'on peut regarder comme les élémens des corps (lumière, calorique, oxygène, azote, hydrogène), 2. substances simples non métalliques oxidables et acidifiables (soufre, phosphore, carbone, radical muriatique, r. fluorique, r. boracique), 3. substances simples métalliques und 4. substances simples salifiables terreuses (chaux, magnésie, baryte, alumine, silice); wie ferner die Sauerstoffverbindungen, welche im System den bei weitem grössten Platz einnehmen, in acides und oxydes eingeteilt wurden; wie überall dort, wo ein und dasselbe Radikal mehrere Oxydationsstufen hatte, die Verschiedenheit der letzteren bei den Säuren durch verschiedene Endungen (acide sulfureux und sulfurique) bei den Basen durch verschiedene Beiwörter (oxide noir bezw. oxide rouge de fer) ausgedrückt wurde; wie Verbindungen von brennbaren Körpern untereinander mit der Endung -ure bezeichnet (hydrure, sulfure, carbure), und wie endlich gerade damals die wohlbekannten Salznamen auf -ates und -ites zum ersten Male konsequent durchgeführt wurden [1]. Was den positiven Bestandteil des Salzes betrifft, so wurde er gerade so wie jetzt noch mit dem Namen des Metalls bezeichnet, sobald dieses in freiem Zustande bekannt war, also sulfate de cuivre, muriate de fer, aber nitrate de chaux, tartrite de potasse. Gab eine Base mehrere Salze mit ein und derselben Säure, dann wurde bisweilen dieselbe Bezeichnungsweise gewählt wie bei den Oxyden, z. B. muriate de mercure doux, de mercure corrosif etc.

Wäre dem genialen Verfasser des „De indagando vero" ein längeres Leben beschieden gewesen, so hätte wahrscheinlich sowohl „die neue Chemie" wie auch die damit eng verknüpfte

---

[1]) Zwar kamen diese schon in MORVEAU's Entwurf vor, z. B. arséniates, citrates, jedoch abwechselnd mit andern wie vitriols, nitres.

Nomenklatur im Vaterland Berzelius' weit schneller Eingang gefunden, als in Wirklichkeit geschehen ist[1]). Es ist oben gezeigt worden, dass Berzelius selbst der erste schwedische Chemiker von Bedeutung war, welcher das neue Nomenklaturprinzip in etwas grösserem Umfange wirklich angewandt hat. In der That dauerte es bis 1795, bevor die antiphlogistische Nomenklatur überhaupt in der wissenschaftlichen Litteratur Schwedens beachtet wurde. In dem genannten Jahre erschien nämlich die früher[2]) erwähnte, von Ekeberg und P. Afzelius anonym herausgegebene Schrift, Versuch einer schwedischen Nomenklatur der Chemie etc.[3]), ein kleines Oktavheft von 31 Seiten. Die Broschüre schliesst sich in der Hauptsache der Lavoisier'schen Nomenklatur an, jedoch unter Hinzusetzung gewisser von Lavoisier's Nachfolgern herrührenden Änderungen. die nicht immer Verbesserungen sind, z. B. wenn Zinnober „rotes schwefelhaltiges oxydiertes Quecksilber" genannt wird[4]).

Es ist übrigens interessant zu beobachten, wie die Verfasser bei der Übertragung der gallischen Terminologie in eine germanische Sprache zu Werke gegangen sind, umso mehr als eine Menge ihrer Benennungen später in die Berzelius'sche Nomenklatur überging oder wenigstens auf dieselbe einen unverkennbaren Einfluss ausübte. Wenn auch nicht ausdrücklich angegeben, ist es doch wahrscheinlich, dass sich Ekeberg und Afzelius ihrerseits in gewissem Grade von der einige Jahre früher von Girtanner[5]), J. A. Scherer[6]) u. a. durchgeführten Verdeutschung der neuen Nomenklatur haben beeinflussen lassen. Eine allerdings nicht sehr wesentliche Abweichung von Lavoisier liegt schon in der Einteilung. Die Verfasser zählen zu den einfachen Körpern nur die Imponderabilien

---

[1]) Bergman zeigte sich im voraus dem Morveau'schen Vorschlag sehr geneigt: „Quivis igitur cordatus chimicus proposito Domini Morveau felices optare debet successus". Opuscula IV, 256.

[2]) Seite 70.

[3]) Försök till svensk nomenklatur för Chemien etc. Stockholm und Upsala 1795.

[4]) Von Lavoisier „sulfure de mercure" genannt. Oeuvres I, 155.

[5]) Neue chemische Nomenklatur. Berlin 1791.

[6]) Versuch einer neuen Nomenklatur für deutsche Chemisten. Wien 1792.

und die nicht metallischen Grundstoffe, wogegen alle Metalle und Erden, die „Kieselerde“ mit eingeschlossen, unter der Benennung „nicht dekomponierte Körper“ aufgeführt werden. Unter den ungewöhnlicheren Bezeichnungen für einzelne Metalle seien nebenbei „spetsglans“ (= Spiessglanz) für Antimon und Uranit für Uran erwähnt. Für oxygène, hydrogène und azote werden jetzt zum ersten Male die glücklich gewählten Namen „syre“ (= Sauerstoff), „väte“ (= Wasserstoff), „kväfve“ (= Stickstoff) eingeführt, welche sich der Bedeutung der französischen Vorbilde getreulich anpassen und vor ihnen sogar noch den Vorzug der Kürze haben. Die verschiedenen Oxydationsstufen werden bei den Säuren durch „syra“ (= Säure) und „syrlighet“ (= -ige Säure), bei den Basen auf gleiche Weise wie bei Lavoisier angegeben, der Terminus „oxide“ ist indessen nicht aufgenommen worden, sondern mit dem etwas schleppenden Ausdruck „syrsatt kropp“ (= oxydierter Körper) verschwedischt worden. Die Sauerstoffverbindungen des Eisens werden demnach schwarzes oxydiertes Eisen und rotes oxydiertes Eisen genannt. Ebenso wenig wurden die französischen Salznamen beibehalten, sondern vielmehr derart umgebildet, dass die Base das Grundwort, die Säure adjektivisch ausgedrückt wurde, also statt sulfate de baryte schwefelsaure „Schwererde“, statt sulfate d'alumine schwefelsaure Thonerde, statt sulfate de fer schwefelsaures Eisen u. s. w. In analoger Weise sind auch die Bezeichnungen für die Verbindungen der brennbaren Körper untereinander umschrieben worden, also „kolbundet“ bezw. „svafvelbundet järn“ (= mit Kohlenstoff bezw. Schwefel verbundenes Eisen) anstatt carbure de fer, sulfure de fer u. s. w.

Diese Nomenklatur wurde von Berzelius der Hauptsache nach in seinen ersten Schriften angewandt, und zwar bis 1811, in welchem Jahre seine eigene Nomenklaturabhandlung zum ersten Male erschien. Sie führt den Titel „Versuch einer chemischen Nomenklatur“ und ist in französischer Sprache im Journal de physique[1]), auf schwedisch in den Akten der Stockholmer Akademie der Wissenschaften[2]) und auf deutsch

[1]) Essai sur la nomenclature chimique, Journ. de Phys. 73, 253—286, 1811.

[2]) K. Vet. Akad. Handlingar 1812, 28—74.

in GILBERT's Annalen der Physik [1]) veröffentlicht worden. Die Benennungen selbst sind in dieser Schrift lateinisch abgefasst, was BERZELIUS folgendermassen glaubte motivieren zu müssen: „Ich wünsche gewiss nicht, dass die Zeit zurückkehre, wo die Gelehrten sich in ihren Schriften ausnahmslos der lateinischen Sprache bedienten.... Die Wissenschaften nützen dem Menschengeschlechte nur in dem Masse als ihre Resultate allgemein fasslich und auf eine der Menge begreifliche Weise ausgedrückt werden; selbst die Gelehrten aber brauchen in jeder Wissenschaft gewisse allgemein bekannte Benennungen, auf welche die wissenschaftlichen Ausdrücke der verschiedenen Sprachen sich zurückführen lassen und für solche allgemeine Benennungen ist keine Sprache geeigneter als die lateinische: ohne eine derartige allgemeine Nomenklatur werden alle Ausdrücke bald unbestimmt, unsicher und von verschiedenen Autoren in verschiedenem Sinne angewandt" [2]).

Die Körper werden von BERZELIUS eingeteilt in Imponderabilien (enthaltend die „fünf problematischen Stoffe": electricitas positiva et negativa, lux, caloricum et magnetismus) und Ponderabilien, welch' letztere wiederum in Simplicia (mit den Unterabteilungen Oxigenium, Metalloida und Metalla) und in Composita (mit den Unterabteilungen Composita inorganica und organica) zerfallen. Wie man sieht, ist diese Aufstellung logischer als die seiner Vorgänger. Die schon vorher betonte Tendenz, den Sauerstoff von den übrigen Elementen zu trennen und ihm einen ganz besonderen Platz anzuweisen, ist für die Anschauung BERZELIUS' besonders kennzeichnend. Als Benennung für die übrigen nicht metallischen Grundstoffe begegnen wir hier zum ersten Male dem Ausdruck „Metalloide", eine contradictio in adjecto, die trotz ihrer wenig zutreffenden Bedeutung eine ungewöhnliche Lebenskraft an den Tag gelegt hat. Dieser Ausdruck wurde ursprünglich von ERMAN [3]) zur Bezeichnung der Radikale der Alkalien und Erden vorgeschlagen und nach ihm anfänglich, u. a. von BERZELIUS selbst [4]), in

[1]) Bd. 42, 37—89, 1812.
[2]) K. Vet. Akad. Handlingar 1812, 28, 29.
[3]) Siehe KOPP, Geschichte der Chemie II, 96.
[4]) Lärbok i Kemien II, 6 (1812) vgl. Vorrede S. III. Dieser Teil

diesem Sinne angewandt. Den Grund, aus welchem BERZELIUS demselben später eine fast entgegengesetzte Bedeutung gab, führt er mit folgenden Worten an: „der metallische Charakter dieser Körper (d. h. der Alkali- und Erdalkalimetalle) scheint ein so entschiedener zu sein, dass kein Grund vorliegt, sie aus der Reihe der Metalle auszuschliessen. Ich meine hier mit Metalloiden eine andere Art brennbarer Körper, die neben den Metallen stehen und deren hauptsächlichen Charakter sie teilen, ohne dabei alle Eigenschaften derselben zu besitzen" [1]). Unter der Rubrik Metalloide werden demgemäss die sechs „einfachen, nicht metallischen Stoffe" LAVOISIER's aufgeführt, nämlich Sulphuricum, Phosphoricum [2]), Muriaticum [3]), Fluoricum, Boracicum, Carbonicum [4]).

Zu den Metallen zählt BERZELIUS u. a. auch das Ammonium und das Silicium, letzteres im Anschluss an LAVOISIER, welcher die Kieselsäure als Erde auffasst. Die Benennungen der Metalle sind im allgemeinen dieselben, wie sie sich bis auf den heutigen Tag erhalten haben, nur dass die Radikale der alkalischen Erden Calcarium und Barytium genannt werden, ersteres zweifelsohne ein von BERGMAN herrührendes Lehnwort [5]). Im übrigen ist an Stelle der LAVOISIER'schen tungstène Wolf-

---

des Lehrbuches ist augenscheinlich schon 1811, die Vorrede desselben aber erst im folgenden Jahre abgefasst worden.

[1]) K. Vet. Akad. Handl. 1812.

[2]) Die Tabelle vom Jahre 1818 hat statt dessen schon Phosphorus bezw. Sulphur, behält aber doch Carbonicum bei. Der Zweck jener Endungen war, die reinen Grundstoffe von den entsprechenden Substanzen in ihrem gewöhnlichen, mehr oder weniger verunreinigten Zustand zu unterscheiden. Ebenda S. 64.

[3]) Dieser Ausdruck, welcher in BERGMAN's Nomenklatur — „subintellecto acido" — Salzsäure bedeutete, wurde also von BERZELIUS gebraucht, um das hypothetische Radikal dieser Säure zu bezeichnen.

[4]) Wasserstoff und Stickstoff werden, in Übereinstimmung mit der damaligen Auffassung BERZELIUS', überhaupt nicht unter die Grundstoffe aufgenommen. Im Lehrbuch von 1817 hingegen sind sie als einfache, brennbare Körper angeführt worden.

[5]) BERGMAN schreibt Calcareum. Opuscula IV, 261. Schon in der Abhandlung „Versuch .... ein wissenschaftliches System der Mineralogie zu gründen" (1814) hat indessen BERZELIUS diesen Namen gegen Calcium vertauscht.

ramium gesetzt worden, obgleich auch dies „zweifellos ein wenig geeigneter Name“. Im Anschluss hieran tritt Berzelius gegen den für dieses Metall ebenfalls vorgeschlagenen Namen Scheelium missbilligend auf und geisselt überhaupt mit spöttischem Humor die von gewisser Seite geäusserte Tendenz, die Grundstoffe nach Personen zu benennen, mögen diese auch so berühmt sein. Er schreibt z. B.: „verschiedene deutsche Autoren haben diesem Metalle den Namen Scheelium gegeben, ebenso wie der Yttria den Namen Gadolinia (Gadolinerde). Es ist allerdings ehrenvoll für mein Vaterland, die Namen zweier seiner Gelehrten in so glänzender Weise der Nachwelt überliefert zu sehen. Abgesehen jedoch davon, dass es durchaus überflüssig ist, diese Namen in den Annalen der Wissenschaft (besonders) zu verewigen, ist es immer zu verwerfen, mit Eigennamen die wenigen Stoffe zu bezeichnen, welche wir nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft als die Elemente der Natur betrachten. So lange das Andenken der Männer, deren Namen wir leihen, noch frisch ist, liegt stets etwas lächerliches in den Zusammensetzungen, denen chemische Benennungen oft unterworfen werden müssen, z. B. in scheelsaure Gadolinerde. . . . Wie sollte man z. B. künftighin die Namen Klaprothium oder Vauquelinium aufnehmen?“ [1])

[1]) K. Vet. Akad. Handl. 1812, 66. — Genau dasselbe Prinzip verfocht Berzelius später in der Mineralogie, wie u. a. aus seinem Schreiben an Heinrich Rose anlässlich des Vorschlags desselben, nach seinem Freunde und Lehrer ein neues Mineral zu benennen, hervorgeht: „Was die Benennung einer derselben (Selenverbindungen) mit Berzelit anbetrifft, so bin ich zwar von Herzen dankbar für die freundschaftlichen Gefühle, welche diese Idee zeitigten, und ich habe von diesem Gesichtspunkte aus dagegen nichts einzuwenden; ich möchte jedoch gleichzeitig bemerken, dass ich, angesichts des verwerflichen Missbrauchs, welcher damit in England getrieben wird, ein geschworner Feind der Gepflogenheit geworden bin, Mineralien nach Personen zu benennen. Jeder Mineralog führt seine Bekannten in die Mineralogie ein, wodurch die dümmsten und verwickeltsten Namen entstehen, und die Sucht, recht vielen ihrer Freunde diese Aufmerksamkeit zu erweisen, führt sie dahin, auch den schon vorher benannten Mineralien neue Namen zu geben; diese Krankheit der Mineralogen kann nur dadurch kuriert werden, dass man die Benennung nach Personen durchaus abschafft und an deren Stelle eine ordentliche, vernünftige und wohllautende Nomenklatur setzt. Giebt es wohl etwas Abscheulicheres

Ferner ist im Interesse der Kürze Stibium anstatt Antimonium wieder aufgenommen, dann Manganium statt des älteren Manganesium (manganèse, LAVOISIER) gesetzt worden. Für das Radikal der Magnesia hat BERZELIUS den Namen Magnesium an Stelle des von DAVY angewandten Magnium eingeführt. Cerium ist beibehalten worden anstatt des längeren, aus etymologischen Gründen vorgeschlagenen Cererium. Endlich wurden die Benennungen Kalium und Natrium statt der von Franzosen und Engländern bevorzugten Potassium und Sodium angenommen, ebenso wie für die Alkalien die früher z. B. von EKEBERG und AFZELIUS angewandten Bezeichnungen Pottasche und Soda in Kali und Natron vertauscht.

Die zusammengesetzten anorganischen Körper werden in fünf Gruppen eingeteilt: 1. combinationes combustibilium cum oxigenio, 2. combinationes combustibilium, 3. combinationes oxidorum cum acidis = salia, 4. combinationes combustibilium cum oxidis, 5. combinationes oxidorum cum oxidis. Die erste dieser Gruppen, die Sauerstoffverbindungen, zerfallen in Suboxida, Oxida, Acida, Superoxida; man hat also hier mit einer von späteren Entdeckungen bedingten Erweiterung des LAVOISIER'schen Systems zu thun. Eine entschiedene Verbesserung bedeutet die Unterscheidung zwischen verschiedenen Oxyden ein und desselben Radikals durch verschiedene Endungen, eine Anwendung desselben Prinzips, wie für die Säuren von LAVOISIER selbst eingeführt wurde, also oxydum ferrosum und ferricum (in der schwedischen Darstellung oxidul und oxid) statt oxyde noir et rouge de fer. Diese Bezeichnungsweise wird, ausser für die Säuren, auch bei den Superoxyden angewandt, z. B. superoxidum muriatosum und muriaticum, und ausserdem noch auf verschiedene Salze ausgedehnt (siehe unten).

Körper, die der zweiten Gruppe angehören, werden

---

als z. B. folgende Namen: Brookite, Levyine, Brewsterite, Cleavelandite, Vauquelinite u. s. w. Sie sehen, Herr Professor, dass ich auch solche Namen nicht verschone, die ich selbst gegeben habe. Jemand machte den Vorschlag, dass wir ein schwedisches Mineral nach dem Bischof BRASK Braskit benennen sollten" (ein schwedisches Wortspiel, das nicht wiedergegeben werden kann). Brief von BERZELIUS an H. ROSE 4. 2. 1825. Handschr.-Samml. d. schwed. Akad. d. Wissenschaften.

durch die Endung -etum gekennzeichnet, die in -et abgekürzt später in die Nomenklatur der lebenden Sprache Eingang gefunden und sich dort neben der Endung auf -ur erhalten hat, z. B. sulfuretum cupri (subsulfuretum, supersulfuretum) carburetum ferri. BERZELIUS zog, wie er selbst bemerkt, diese Namen den ebenfalls vorgeschlagenen cuprum sulfuratum u. s. w. vor [1]). Im schwedischen Text wandte er indessen noch immer die von EKEBERG und AFZELIUS überkommenen Umschreibungen „svafvelbunden koppar," „kolbundet järn" u. s. w. an [2]).

Die dritte Gruppe umfasst a) neutrale Salze, salia neutra, z. B. murias hydrargyrosus und hydrargyricus; b) saure Salze, salia acida, seu acido supersaturata, z. B. superoxalas kalicus, superoxalas kalicus supremus; c) basische Salze, salia basica, seu basi supersaturata, z. B. subnitris plumbicus, subnitris plumbicus infimus; d) Doppelsalze, salia duplicia, z. B. tartras kalico-natricus; e) komplexe Säuren, combinationes acidorum cum acidis, z. B. acidum fluorico-boracicum; f) Hydrate und Verbindungen, die Krystallwasser enthalten, combinationes aquae l. oxidi hydrogenici cum acidis, oxidis et salibus. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass BERZELIUS den Namen Hydrat für „die Verbindungen des Wassers mit Basen" vorbehält, also hydras kalicus, während unsere Säurenhydrate nach Analogie der Salze benannt werden, also sulphas hydricus = konzentrierte Schwefelsäure, murias hydricus = gasförmige Salzsäure u. s. w. Was endlich die wasserhaltigen Salze betrifft, so äussert er: „Ich glaube, es ist besser, gerade heraus zu sagen, dass ein Salz Krystallwasser enthält, als eine neue Benennung zu erfinden, die dies ausdrückt" [3]). — Während nun die lateinische Nomenklatur der Salze sich der französischen von LAVOISIER ziemlich eng anschliesst, wurde hingegen in der schwedischen (und deutschen) Terminologie eine wichtige Veränderung von prinzipieller Bedeutung vorgenommen, die mit der theoretischen Anschauung BERZELIUS' in engem Zusammenhange steht. Wenn LAVOISIER sulfate de baryte zum Unterschied

---

[1]) K. Vet. Akad. Handl. 1812, 44.
[2]) Siehe Seite 199.
[3]) K. Vet. Akad. Handl. 1812, 49.

von sulfate de cuivre etc. schrieb, so geschah dies offenbar nur aus dem Grunde, weil die Zersetzung des Baryts, obwohl von weitsehenden Chemikern wie BERGMAN und LAVOISIER selbst vorhergesagt, noch nicht faktisch ausgeführt war. Als hingegen BERZELIUS seine Nomenklatur abfasste, war dieser Grund schon lange hinfällig geworden, und zwar durch DAVY's glänzende, von BERZELIUS' eigenen Versuchen ergänzte Entdeckung. Es lag daher für ihn nichts im Wege, nunmehr schwefelsaures Baryum zu schreiben, ebenso wie er bisher stets schwefelsaures Eisen geschrieben hatte [1]). Nichtsdestoweniger behielt er auch fürderhin für die Salze der Alkalien und Erden die Bezeichnungsweise bei, welche eingeführt worden war, als diese Basen noch als einfache Körper aufgefasst wurden. Ja, er ging noch weiter: er änderte in Übereinstimmung damit auch die Terminologie für die Salze der Schwermetalle und schrieb von dieser Zeit an schwefelsaures Eisenoxyd, salzsaures Quecksilberoxyd u. s. w. Diese Massregel war von seinem Gesichtspunkte aus nicht nur berechtigt, sondern auch in hohem Grade erwünscht. Sie bedeutete eine erweiterte Anwendung desjenigen Prinzips, welches BERGMAN aufgestellt, LAVOISIER durchgeführt und er selbst angenommen hatte, dass nämlich die Zusammensetzung der Verbindungen durch die denselben erteilten Namen womöglich wiedergegeben werden sollte. Erst mit dieser Reform erhielt die LAVOISIER-BERZELIUS'sche Salztheorie auch hinsichtlich ihrer rein äusseren Form einen mit voller Konsequenz durchgeführten Ausdruck. Die Macht der Sprache über den Gedanken hat sogar bewirkt, dass diese Terminologie die Theorie, aus welcher sie hervorgegangen war, noch lange überdauerte.

Unter der vierten Gruppe der zusammengesetzten Körper fasste BERZELIUS „die Verbindungen einiger Metalloide mit

---

[1]) Dass BERZELIUS sich überhaupt derartiger Umschreibungen bediente an Stelle des näher liegenden und bequemeren „Eisensulfats", dürfte dem Einfluss der EKEBERG-AFZELIUS'schen Nomenklatur und einer von seiner frühesten schriftstellerischen Thätigkeit herrührenden Gewohnheit zuzuschreiben sein (obwohl er anderseits wiederum kein Bedenken trug, das EKEBERG'sche „syrsatt järn" (= oxydiertes Eisen) in Eisenoxyd umzuändern).

Alkalien, alkalischen Erden und einigen Metalloxyden" zusammen, sowie auch „die Verbindungen von Sulfureta, Tellureta und Boreta hydrogenii mit solchen Salzbasen, die zum Sauerstoff eine grössere Affinität haben als der Wasserstoff und das Metalloid, womit jener verbunden ist", z. B. Hydrotelluretum kalicum, Hydrosulfuretum stibiosum (= Kermes mineralis) u. s. w.

Zur fünften Gruppe endlich rechnet er alle Silikate, auch Aluminate, Zinkate, Stannate u. s. w.

Die Chemie der organischen Körper war in der damaligen Zeit zu wenig bekannt und bearbeitet, um die Aufstellung eines streng wissenschaftlichen Systems oder einer rationellen Nomenklatur zu gestatten. Berzelius beschränkte sich auch bis auf weiteres darauf, einen von Wahlenberg[1]) ausgearbeiteten Vorschlag zu einer systematischen Aufstellung der Pflanzenstoffe mitzuteilen. Vom chemischen Standpunkt aus bietet dieser Vorschlag indessen wenig Interesse, um so weniger als darin fast ausschliesslich diejenigen Stoffe berücksichtigt werden, „welche auf diese oder jene Weise Gegenstand der Medizin und Pharmacie sein können" [2]).

Wie man sieht, bedeutet die Nomenklatur Berzelius' der Hauptsache nach einen Anschluss an die ältere antiphlogistische; wo Änderungen infolge der Fortschritte der Wissenschaft für nötig erachtet wurden, da führte er sie mit pietätvoller Hand aus und gewöhnlich in völliger Übereinstimmung mit den Grundsätzen des Lavoisier'schen Systems, welche in gewissen Fällen sogar konsequenter durchgeführt worden sind als selbst von ihrem Urheber und dessen nächsten Mitarbeitern. Von einem Einfluss der abweichenden Prinzipien, die von anderer Seite proklamiert wurden, ist wenig zu verspüren. Besonders kann dies hinsichtlich des Davy'schen Systems gesagt werden, welches im Gegensatz zum Lavoisier'schen die Berechtigung der Trivialnamen verfocht und in weit grösserem Masse als dieses die wechselnden Bestandteile der Körper durch eine

---

[1]) Georg Wahlenberg, später Professor der Medizin und Botanik an der Universität Upsala, geb. 1780, gest. 1851.

[2]) K. Vet. Akad. Handl. 1812, 52.

grosse Anzahl beliebig gewählter und an und für sich bedeutungsloser Endsilben auszudrücken suchte [1]).

Die Veränderungen, welche BERZELIUS selbst im Laufe der Jahre in seiner Nomenklatur vornahm, waren weder zahlreich noch bedeutend. So unterscheidet sich die Bezeichnungsweise der Tabelle vom Jahre 1818 von der von 1811—1812 nur in Bezug auf einige unwesentliche Endungen in den Namen der Grundstoffe sowie durch eine weitere Entwickelung der Nomenklatur der Salze, speciell was die sauren und basischen Salze anbetrifft. Man findet hier solche Namen wie sesquiphosphas calcicus; se-, bi-, tri-, quadrisilicias; sulphas sesquiberyllicus, tribismuthicus, dodekaferricus u. s. w.[2]). Die basischen Salze sind bisweilen mit hydro- bezeichnet z. B. hydrocarbonas magnesicus für magnesia alba. Verschiedene Stufen des Schwefelgehalts werden durch Zahlwörter bezeichnet, wie bi-, tri-, sesquisulfuretum, da sich die Präfixe sub- und superoffenbar auch hier als unzureichend erwiesen hatten.

Es liegt übrigens in der Natur der Sache, dass, nachdem BERZELIUS Anfang der zwanziger Jahre zu der lange bekämpften chloristischen Auffassung übergegangen war, dies auch eine entsprechende Reform in der Nomenklatur der Haloidsalze zur Folge hatte; dieselbe wurde in engster Übereinstimmung mit der für die Oxyde bereits geltenden Bezeichnungsweise durchgeführt. Statt von salzsaurem Eisenoxyd bezw. Oxydul ist somit von da ab von Eisenchlorid bezw. Eisenchlorür die Rede, welche beide mit dem gemeinsamen „Chloreisen" bezeichnet werden u. s. w.

Wenn die reformatorische Thätigkeit BERZELIUS' in Bezug auf die chemische Nomenklatur durch die umfassenden Lei-

[1]) Nach diesem System, das sich nie einer grösseren Verbreitung zu erfreuen hatte, wurde z. B. metallisches Blei mit Plumbum, Bleioxyd mit Plumba, Bleichlorid mit Plumbana, Bleifluorid mit Plumbala, Bleijodid mit Plumbama etc. bezeichnet.

[2]) Bereits in der Schrift „Versuch ... ein wissenschaftliches System der Mineralogie zu gründen" (1814) kann ein dem entsprechender Anfang beobachtet werden.

stungen seiner Vorgänger wesentlich erleichtert, gleichzeitig aber auch begrenzt wurde, so lässt sich hinsichtlich der chemischen Zeichensprache das Entgegengesetzte sagen. Nicht etwa, dass es früher an Anläufen auf diesem Gebiete gefehlt hätte. Im Gegenteil: gerade das Ende des achtzehnten und der Anfang des neunzehnten Jahrhunderts hatte nach dieser Richtung hin mehrere Vorschläge hervorgebracht. Es möge hier nur an diejenigen BERGMAN's, DALTON's, HASSENFRATZ' und ADET's [1]) erinnert werden. Alle diese Systeme hatten jedoch sowohl unter einander wie auch mit dem alten GEOFFROY'schen das gemeinsam, dass sie auf der Anwendung von geometrischen Symbolen beruhten, wie Triangeln, Kreisen und andern Bogenlinien, Kreuzen u. s. w. mit oder ohne Hinzusetzung von Buchstaben. Sie waren aus diesem Grunde zu unbequem, als dass sie allgemein gebräuchlich werden konnten, sei es in handschriftlicher oder in typographischer Darstellung, am allerwenigsten, wenn es galt, Verbindungen mit komplizierter Zusammensetzung auszudrücken. Die Symbole waren ausserdem in der Regel beliebig gewählt und gaben deshalb dem Gedächtnis oder der Vorstellung keinen oder doch nur geringen Anhalt. BERZELIUS war der erste, welcher einsah, dass man, falls die chemische Zeichensprache irgend welche praktische Bedeutung erlangen und ein Mittel werden sollte, um die wissenschaftliche Darstellung faktisch zu erleichtern, von einem ganz andern Prinzip ausgehen und zunächst von den beim Schreiben lästigen und zeitraubenden geometrischen Figuren ablassen müsse, um sich ausschliesslich der Hilfsmittel der gewöhnlichen Schrift, der Buchstaben und Ziffern zu bedienen. Nicht minder glücklich war die Idee, die Bedeutung der Buchstabenzeichen nicht auf eine bloss qualitative Wiedergabe der Namen für die betreffenden einfachen oder zusammengesetzten Stoffe, welche sie bezeichnen

---

[1]) Das System von HASSENFRATZ und ADET scheint während der Periode, die dem Auftreten BERZELIUS' unmittelbar voranging, in Schweden ziemlich allgemein angewandt worden zu sein, nach verschiedenen aus jener Zeit stammenden Aufzeichnungen (Randglossen in chemischen Arbeiten etc.) zu beurteilen. Die Kenntnis desselben wurde besonders durch eine von A. SPARRMAN bewerkstelligte Übersetzung von FOURCROY's Philosophie Chimique (1795) verbreitet.

sollten, zu beschränken, sondern in diese Symbole auch die wichtigsten chemischen Konstanten derselben hineinzulegen. Im Anschluss hieran sei daran erinnert, dass auch DALTON seinen Zeichen eine quantitative Bedeutung beigelegt hatte, und zwar in Bezug auf das Gewicht. BERZELIUS nahm bekanntlich auch auf das Volumenverhältnis Rücksicht.

In der Einleitung derjenigen Arbeit[1]), in welcher BERZELIUS seinen bahnbrechenden Vorschlag zum ersten Male der Öffentlichkeit vorlegt, äussert er über die Gesichtspunkte, die ihn bei der Aufstellung desselben leiteten, folgendes:

„When we endeavour to express chemical proportions, we find the necessity of chemical signs. Chemistry has always[2]) possessed them, though hitherto they have been of very little utility. The fellow labourers in the antiphlogistic revolution published new signs founded on a reasonable principle, the object of which was, that the signs, like the new names should be definitions of the composition of the substances themselves. But, though we must acknowledge that these signs were very well contrived, and very ingenious, they were of no use; because it is easier to write an abbreviated word than to draw a figure, which has but little analogy with letters, and which, to be legible, must be made of a larger size than our ordinary writing . . . I must observe here, that the object of the new signs is not that, like the old ones, they should be employed to label vessels in the laboratory: they are destined solely to facilitate the expression of chemical proportions, and to enable us to indicate, without long periphrases, the relative number of volumes of the different constituents contained in each compound body. By determining the weight of the elementary volumes, these figures will enable us to express the numeric result of an analysis as simply, and in a manner as easily remembered, as the algebraic formulas in mechanical philosophy. The chemical signs ought to be letters, for the greater facility of writing,

---

[1]) On the Chemical Signs, and the Method of employing them to express Chemical proportions. THOMSON's Annals of Philosophy, Bd. III (Jan.) 1814, S. 51.

[2]) Offenbar in Hinblick auf die uralten planetarischen Symbole der von alters her bekannten sieben Metalle.

and not to disfigure a printed book. Though this last circumstance may not appear of any great importance, it ought to be avoided whenever it can be done. I shall take therefore, for the chemical sign, the initial letter of the Latin name of each elementary substance. The chemical signs express always one volume of the substance . . . When we express the compound volumes of the first order, we throw away the + and place the number of volumes above the letter: for example $CuO + SO^3$ = sulphate of copper."

Bemerkenswert ist die Unentschiedenheit, die BERZELIUS anfänglich hegte, inwieweit die neue Zeichensprache auch auf die organische Chemie angewandt werden könne: „As to the organic volumes, it is at present very uncertain, how far figures can be successfully employed to express their composition". Offenbar hängt dieser, wie sich in der Folge ergab, keineswegs gerechtfertigte Zweifel mit dem Umstande zusammen, dass die quantitative Zusammensetzung der organischen Körper noch sehr wenig erforscht war und dass über die Anwendbarkeit der Proportionalitätsgesetze auch auf dieselben noch ziemlich grosse Ungewissheit herrschte.

Ausser in THOMSON's Annalen wurde die Formelsprache bald darauf in der Abhandlung von einem neuen System der Mineralogie [1]) auf schwedisch veröffentlicht und auf deutsch ein Jahr später in SCHWEIGGER's Journal für Chemie und Physik [2]).

Schon von Anfang an stellte BERZELIUS zwei von einander unabhängige Formelsysteme auf, das eine für die Mineralchemie, das andere für die allgemeine Chemie bestimmt.

Die mineralogischen Zeichen waren — in der Reihenfolge, in welcher BERZELIUS selbst sie angeführt — folgende:

S = Kieselerde
A = Thonerde
Z = Zirkonerde
G = Beryllerde

---

[1]) Försök, att .... grundlägga ett rent vetenskapligt System för Mineralogien. Stockholm 1814. Anhang Nr. 3, S. 90.

[2]) Bd. 13, 240 f., 1815. Vermutlich hat KOPP (Geschichte d. Chemie II, 426) und auch FRANZ v. KOBELL (Geschichte der Mineralogie S. 314) auf diesem Grunde die Formeln aus dem Jahre 1815 datiert.

Y = Yttererde
M = Talkerde
C = Kalk
St = Strontian
B = Baryt
N = Natron
K = Kali
F = Oxidum ferricum
f = Oxidum ferrosum
Ff = Oxidum ferrosoferricum
Zi = Zinkoxyd
Mg = Manganoxyd
mg = Manganoxydul
Aq = Wasser
Fl = Flussspatsäure [1]).

Um einer Verwechslung vorzubeugen, schrieb BERZELIUS vor, dass diese mineralogischen Symbole stets mit Kursivschrift verzeichnet werden sollten, was um so notwendiger war, als gewisse Zeichen wie z. B. S, M, C, B, N, F, Mg u. a. beiden Systemen gemeinsam waren und innerhalb jedes einzelnen eine besondere Bedeutung hatten. Diese Vorsichtsmassregel wurde jedoch nicht immer beobachtet, nicht einmal in BERZELIUS' eigenen Schriften [2]).

Bei Anwendung dieser Zeichen wurde demnach die Formel (nach BERZELIUS) z. B. für Nephelin AS, für Wollastonit CS^2, für Ichtyophtalm $KS^8 + 5CS^3$, für Kalifeldspat $KS^8 + 3AS^8$, für Byssolith $MS + CS + MgS + F^2S$, für Beryll $GS^4 + 2AS^2$, für Laumontit $CS^2 + 4AS^2 + 6Aq$ u. s. w.

Gewissermassen als Vorläufer dieser mineralogischen Formelsprache ist, wenn man will, eine von TH. THOMSON angewandte Bezeichnungsweise [3]) aufzufassen, nach welcher die Zusammensetzung der Minerale durch die Anfangsbuchstaben der darin enthaltenen Oxyde angegeben wurde; die Mengenverhältnisse wurden hier indessen nicht durch exakte Zahlen, sondern durch die Reihenfolge ausgedrückt, so dass der Bestandteil, welcher in

[1]) Försök .... att grundlägga ett vetenskapligt system för mineralogien S. 67.

[2]) Siehe z. B. Tabelle von 1818 S. 91.

[3]) THOMSON's Annals of Philosophy II, 32 f., 1813.

dem Mineral mit der grössten Menge vertreten war, an erster Stelle geschrieben wurde und die andern je nach ihrem abnehmenden Prozentgehalt.

BERZELIUS selbst scheint die mineralogischen Formeln, seiner oben citierten Abhandlung nach zu urteilen [1]), nur als vorläufige betrachtet zu haben: „Ich kann jedoch noch nicht mit diesen (chemischen) Formeln die mineralogischen ersetzen, da unsere Kenntnis von der Anzahl der Sauerstoffpartikeln in mehreren Oxyden nicht als sicher angesehen werden kann, und die mineralogischen Formeln den grossen Vorzug haben, dass sie ebensogut ohne diese Kenntnis angewandt werden können."

Die mineralogische Zeichensprache BERZELIUS' dürfte jetzt nur noch wenig bekannt sein, da ihre Anwendung ziemlich früh aufhörte, bis auf das Zeichen für das Wasser, das bekanntlich jetzt noch von vielen Schriftstellern benutzt wird. Schon 1864 konnte v. KOBELL von den beiden Systemen sagen: „nur hat man, um nicht deren zweierlei anzuwenden, die sogenannten mineralogischen (Formeln) in der letzten Zeit aufgegeben und nur die chemischen gebraucht" [2]).

In Wirklichkeit zeigte es sich bald, dass die Anwendbarkeit der chemischen Zeichen weitgehend genug war, um nicht nur den Anforderungen der Chemie, sondern auch denen der Schwesterwissenschaft zu genügen und alle anderen rivalisierenden Systeme überflüssig zu machen.

Für das Studium der berzelianischen Originallitteratur und besonders der Handschriften ist indessen die Kenntnis der mineralogischen Zeichen von grosser Bedeutung, da sie hier durchweg zur Anwendung kommen.

Was die chemischen Zeichen anbetrifft, so findet man sie in den ältesten Abhandlungen von 1814—1815 nur unter gleichzeitiger Angabe der numerischen Bedeutung (Atomgewichtstabelle) und unter Anführung einer kleineren Anzahl von Beispielen für die Art ihrer Anwendung aufgeführt. Erst in der grossen Tabelle von 1818 kamen sie auf dem ganzen chemischen Lehrgebiete in Anwendung.

---

[1]) Försök . . . . . att grundlägga etc., S. 91.

[2]) Geschichte der Mineralogie S. 316.

Von den Zeichen in der Tabelle von 1814 weichen folgende von den jetzt gebräuchlichen ab: M bezeichnet Muriaticum = das hypothetische Radikal der Salzsäure, d. h. Salzsäure weniger Sauerstoff; F bezeichnet in ähnlicher Weise nicht das, was wir jetzt unter Fluor verstehen, sondern Fluoricum, d. h. Flusssäure weniger Sauerstoff; N ist nicht das Zeichen für Stickstoff, sondern für Nitricum = Stickstoff — Sauerstoff; Chrom wird Ch geschrieben, Iridium I, Rhodium R, Palladium Pl und Magnesium Ms.

Um die Verbindung zweier Grundstoffe auszudrücken, wurden ihre Zeichen nicht zusammengeschrieben, wie es jetzt gebräuchlich ist, sondern durch ein + getrennt, also S + 3O = Schwefelsäure, Fe + 4S = Schwefelkies. Bei der Formulierung der Salze liess man diese Pluszeichen fort und schrieb die Zahlen rechts oben, „ebenso wie einen algebraischen Exponenten“ [1]) z. B $SO^3 + CuO$ = schwefelsaures Kupferoxydul; $2SO^3 + CuO^2$ = schwefelsaures Kupferoxyd. Neben diesen vollständig ausgeschriebenen Formeln wandte BERZELIUS schon früh mit Vorliebe die abgekürzten an, bei welchen eine gewisse Anzahl Punkte über dem Zeichen des Radikals besagte, „dass die Verbindung ein Oxyd sei und so und so viel Volumen Sauerstoff enthalte“ [2]) z. B. anstatt der zuletzt angeführten Formel des Kupfersulfats $\dddot{S}^2\dot{C}u$, und ferner $\dot{K}\dddot{S}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{S}^3 + 24H^2O$ = Alaun.

Dagegen kam die analoge Bezeichnungsweise der Sulfide, nach welcher die Schwefelatome durch eine entsprechende Anzahl Kommata angegeben wurden, noch nicht vor — sie dürfte im Druck kaum vor 1830 benutzt worden sein — ebenso wenig wie die später allbekannten und viel umstrittenen durchstrichenen Symbolen, welche erst im Jahresbericht von 1827 zur Anwendung kamen. So wurde anfänglich noch stets H^2O, H^2S, CS^2, AuS^3 geschrieben.

In der Tabelle von 1818 wurde das früher für das Iridium

---

[1]) Gerade diese Ähnlichkeit mit den algebraischen Exponenten veranlasste später LIEBIG und POGGENDORFF, die jetzt gebräuchliche Schreibart mit den Ziffern unten einzuführen.

[2]) Försök .... att grundlägga etc. S. 91.

bestimmte Zeichen I dem Jod (= Jodicum) zugeteilt, das unterdessen allgemeiner bekannt geworden war, während das Iridium nunmehr durch Ir wie jetzt noch bezeichnet wurde. Das neuentdeckte Lithium wurde anfänglich L geschrieben. Die Bezeichnung des Fluor(icum)s schwankte (wie übrigens noch heute) zwischen F und Fl; Magnesium vertauschte sein ursprüngliches Zeichen gegen das endgültige Mg; sonst ist die Bezeichnung wie sie in der ersten Tabelle von 1814 angegeben wurde, unverändert geblieben.

Trotz den, wie man sieht, im grossen und ganzen nicht sehr weitgehenden Veränderungen, denen die chemischen Zeichen an und für sich im Laufe der seitdem verflossenen achtzig Jahre unterworfen worden sind, kann dennoch nicht bestritten werden, dass die ältesten berzelianischen Formeln auf einen jetzigen Chemiker zum Teil einen ziemlich befremdlichen Eindruck machen, und das aus mehrfachen Gründen. Einer derselben ist schon vorher erwähnt worden, nämlich die häufige Anwendung der abgekürzten Punktformeln, an die unser Auge jetzt nicht mehr gewöhnt ist. Dasselbe gilt, wenn auch vielleicht in kleinerem Masse, von den ebenfalls abgekürzten Zeichen für eine Anzahl allgemein vorkommender organischer Säuren[1]) und für die Salze derselben, z. B. $\dot{Ca}\bar{O}^2$ = Calciumoxalat, $\ddot{K}\bar{P}^2$ = Cyankalium u. s. w.

Da ferner Berzelius die Atomgewichte für die Mehrzahl der Metalle anfänglich doppelt, in gewissen Fällen sogar vier Mal so gross annahm als jetzt geschieht, hatte dies zur Folge, dass viele der betreffenden Formeln ein für uns fremdes Aussehen bekamen. BaO^2 bezeichnet z. B. Baryt, nicht Baryumsuperoxyd; ChO^3 (= CrO^3) Chromoxyd, nicht Chromsäure; CuO Kupferoxydul, nicht Kupferoxyd; KO^2 Kali, nicht Kaliumsuperoxyd u. s. w.

Und — last but not least — was der älteren Berzelius-

---

[1]) $\bar{A}$ = Essigsäure
$\bar{B}$ = Benzcësäure
$\bar{C}$ = Citronensäure
$\bar{F}$ = Ameisensäure
$\bar{G}$ = Gallussäure
$\overline{Mu}$ = Schleimsäure
$\bar{O}$ = Oxalsäure
$\bar{P}$ = Blausäure
$\overline{Su}$ = Bernsteinsäure
$\bar{T}$ = Weinsäure.

schen Zeichensprache ein eigentümliches archaistisches Gepräge verlieh, war der Umstand, dass so wichtige und häufig vorkommende Stoffe wie die Halogene und der Stickstoff nicht als Elemente, sondern als Oxyde aufgefasst und demgemäss als solche bezeichnet wurden.

Von M, dem Zeichen für Muriaticum, das hypothetische Radikal der Salzsäure, ausgehend, erhielt man sonach für die Chlorverbindungen folgende Formeln:

MO^2 = acidum muriaticum, Salzsäure.
MO^3 = superoxidum muriatosum, Chlor.
MO^4 = superoxidum muriaticum, DAVY's Euchlorine.
MO^6 = acidum oxymuriatosum, die von STADION und H. DAVY entdeckte Unterchlorsäure (oxydierte „salzige Säure", BERZELIUS 1817 [1]).
MO^8 = acidum oxymuriaticum, Chlorsäure.
$KO^2 + 2MO^8$ = oxymurias kalicus, Kaliumchlorat.
$BaO^2 + 2MO^2 + 4Aq$ = murias baryticus cum aqua, krystallisiertes Chlorbaryum und analog:
FO^2 = acidum fluoricum, Flusssäure.
$NaO^2 + FO^2$ = fluas natricus, Fluornatrium.
IO^2 = acidum iodicum, Jodwasserstoffsäure.
IO^3 = superoxidum iodicum, freies Jod.
IO^8 = acidum oxyiodicum, Jodsäure.
$AgO^2 + 2IO^2$ = iodas argenticus, Jodsilber.
$NaO^2 + 2IO^8$ — oxiodas natricus, Natriumjodat.

Auf der anderen Seite erhielt man für die Stickstoffverbindungen, indem man von N = Nitricum ausging, folgende Zeichen:

NO = nitrogenium, suboxidum nitricum, freier Stickstoff.
NO^2 = oxidum nitrosum, Lustgas.
NO^3 = oxidum nitricum, gas nitrosum, Stickoxyd.
NO^4 = acidum nitrosum, salpetrige Säure.
NO^6 = acidum nitricum, Salpetersäure.
$NH^6 + \underset{\cdot}{O}$ = Ammoniak.
$\dot{N}H^6 + \ddot{N}$ = Ammoniumnitrat.
$NO + 2C$ = nitretum carbonici, Cyan.
$C^2\dot{N}H^2(\bar{P})$ = acidum prussiacum, Blausäure.

---

[1]) Lärbok i Kemien I, 2. Aufl., S. 486.

Endlich sei erwähnt, dass Berzelius in dieser Periode sämtliche Hydrate nach Analogie der Krystallwasserverbindungen bezeichnete, d. h. unter Zuhilfenahme des abgekürzten Wasserzeichens Aq, also:

$\mathrm{Aq}\overset{\vdots\vdots\cdot}{\mathrm{N}}$ = nitras hydricus, Salpetersäurehydrat.
$\dot{\mathrm{K}} + 2\mathrm{Aq}$ = hydras kalicus.
$2\dddot{\mathrm{Fe}} + 3\mathrm{Aq}$ = hydras ferricus etc.

Allein dies sind im Grunde lauter Einzelheiten, so auffallend sie auch manchmal vorkommen mögen. Abgesehen von denselben, hat sich das Formelsystem Berzelius' im grossen und ganzen und vor allem in seinen prinzipiellen Hauptzügen unverändert beibehalten in der Gestalt, wie es von Berzelius ausging.

Es ist eigentümlich zu beobachten, in wie geringem Masse Berzelius während der ersten Jahre nach der Einführung der neuen Zeichensprache sich in der That derselben bediente. Ein Vergleich seiner Schriften z. B. aus der Periode 1815—1826 mit den chemischen Arbeiten unserer Zeit, legt dafür hinreichend Zeugnis ab. Es scheint beinahe, als ob er selbst erst allmählich sich an das neue, von ihm selbst geschaffene Ausdrucksmittel gewöhnen konnte und als ob ihm die ganze Tragweite derselben erst nach und nach klar wurde. Dasselbe dürfte auch bei seinen Zeitgenossen mehr oder weniger der Fall gewesen sein. Offenbar hat es einer gewissen Zeit bedurft, ehe die Gewohnheit, chemische Vorgänge in Worten und Sätzen auszudrücken, und die davon herrührende umständliche Schreibweise überwunden werden konnte.

Von einer eigentlichen Opposition gegen die chemische Zeichensprache Berzelius' dagegen dürfte wohl kaum die Rede gewesen sein. Einige wenig bedeutende Versuche nach dieser Richtung hin machten sich zwar bemerkbar gerade in dem Lande, in dessen Sprache die Abhandlung über die chemischen Zeichen zuerst veröffentlicht wurde. Indessen zeugten dieselben mehr von einer individuellen Abgeneigtheit gegen die neue Bezeichnungsweise als von dem Vermögen, deren irgend welche wirklichen Mängel aufzudecken, geschweige denn denselben abzu-

helfen. Sie scheinen auch, trotz der Schärfe, mit welcher sie ausgesprochen wurden, keinen besonders grossen Eindruck gemacht zu haben, jedenfalls nicht über Englands Grenzen hinaus, und BERZELIUS nahm sie mit charakteristischer Ruhe auf. So schreibt er z. B. an ROSE: „CHILDREN[1]) hat in der von ihm angefertigten Übersetzung des Löthrohrbuches[2]) in Form von Fussnoten eine Menge Sarkasmen angebracht ..... Er hat alle Formeln ausgelassen und durch Wörter ersetzt, sie aber an vielen Stellen missverstanden ..... BRANDE[3]) hat diese Übersetzung in seinem Journal[4]) recensiert und um Gelegenheit zur Befriedigung seiner Schmähsucht zu haben, mit dem Mineralsystem begonnen. Er meint, man sei CHILDREN Dank schuldig, weil er „the abominable formulas" fortgelassen hat, und noch mehr wäre ihm der Leser verbunden gewesen, wenn er auch „the whimsical ideas about isomorphismus" ausgemerzt hätte. Es ist sonderbar zu sagen, dass man sich über Schmähworte nicht ärgert; was aber BRANDE und CHILDREN sagen, hat mich sogar amüsiert"[5]).

Von diesen geringfügigen Ausfällen abgesehen, hat das Zeichensystem BERZELIUS' bei Mit- und Nachwelt ungeteilten Beifall gefunden, der allerdings weniger durch Worte als durch weitgehende Anwendung zum Ausdruck kam. Und in der That — so viel rühmliches sich auch über die ausserordentliche Zeit- und Raumersparnis, die unschätzbare Genauigkeit, Deutlichkeit und Übersichtlichkeit sagen lässt, welche die Annahme der BERZELIUS'schen Symbole mit sich brachte — das alles wird am Ende von dem jedem Chemiker einleuchtenden Faktum in den Schatten gestellt: dass sie einfach nicht mehr entbehrt werden

---

[1]) JOHN GEORGE CHILDREN, geb. 1778, gest. 1852. Sekretär der Royal Society.

[2]) The use of the blowpipe in chemical Analysis, and in the examination of minerals. London 1822.

[3]) WILLIAM THOMAS BRANDE, geb. 1788, gest. 1866. Professor der Chemie an der Royal Institution London.

[4]) Quarterly Journal of Science.

[5]) Brief von BERZELIUS an HEINRICH ROSE 18. 10. 1822. Handschr.-Sammlung der Akademie d. Wissenschaften, Stockholm.

können. Trotz ihrer rein formellen Natur dürfte es nicht zweifelhaft sein, dass sie durch Beseitigung unzähliger mit Zeitverlust, Umständlichkeit und Verworrenheit verknüpfter Übelstände für die chemische Forschung ein mächtiger Hebel wurden und dass BERZELIUS durch sie die Klarheit und Anschaulichkeit seiner Wissenschaft förderte wie keiner vor oder nach ihm.

Berzelius' Stammtafel.

Håkan, lebte gegen Ende des 16. und Anfang des 17. Jahrhunderts.

Jöns Håkansson, geb. 1612 in Medevi, Bauer; verheiratet mit Lucia Bengtsdotter, geb. 1610.

Bengt Jönsson (Berzelius), geb. in Bergsäter, Landprediger in Landeryd, später Hospitalprediger in Linköping, gest. 1710; verheiratet mit Gertrud Wiger.

Jöns (Joannes Benedicti), geb. 1698 in Landeryd, Pfarrer in Rök und Heda, gest. 1773; verheiratet mit Anna Christina Lithzenia, geb. 1709, gest. 1776.

Samuel, geb. 1743 in Skärkind, Prediger, Supremus Collega scholae in Linköping, gest. 1783; verheiratet 1778 mit Elisabeth Dorothea Sjösteen, geb. 1747, gest. 1787.

Jons Jacob, geb. 20. 8. 1779 [1]) in Wäfversunda; gest. 7. 8. 1848 in Stockholm; verheiratet 19. 12. 1835 mit Johanna Elisabeth (Betty) Poppius (Tochter des damaligen Ministers G. Poppius) geb. 1811, gest. 1884.

Florentina (Flora) Christina, geb. 1781, gest. 1839; verheiratet 1818 mit Johan Peter Normelli, Pfarrer in Grebo.

---

[1]) Taufattest: „Am 20. August 1779 geboren und am 22. getauft wurde der Sohn des Schullehrers in Linköping Mag. Berzelius und seiner Ehefrau Elisabeth Sjöstéen, Jöns Jacob. Von Rechts wegen Auszug aus dem Kirchenbuch der Wäfversundaer Gemeinde bescheinigt den 29. Juni 1850.

A. P. Widegren
Unterpfarrer."

Brief von Humphry Davy an Berzelius.

London July 10th 1808

Sir,

Be pleased to receive my thanks for the interesting letter which you were so good as to address to me & for the very important & curious communication by which it was accompanied.

Some months are passed since I had effected the decomposition of the Earths, but it is only within the last fortnight that I have been able to procure their bases in a pure form.

My first methods were by bringing iron wire negatively electrified in contact with the moistened earths. Fusion takes place, & the point of the wire is found to consist of an alloy of iron & basis. Similar effects are produced when mixtures of metallic oxides & earths are exposed in the Voltaic circuit. The common metals & the metallic bases of the earths appear at the same time in combination at the negative surface. — This process answers best with Barytes, Strontites & Lime, moistened & mixed with red precipitate, or with minium, or oxide of silver. —

In this way I had obtained alloys & amalgams of the Bases of alkaline & the common Earths; but in such small quantities that all attempts to separate them by distillation failed.

Since I have been favoured with your papers I have however made new & more successful attempts, & by combining

[1]) Handschriftensammlung der k. Akademie der Wissenschaften Stockholm.

your ingenious mode of operating with those that I before employed I have succeeded in obtaining sufficient quantities of amalgams for distillation.

At the red heat the quicksilver rises from the amalgams & the bases remain free. The metals of Strontites, Barytes & Magnesia are all that I have yet experimented upon in this way; but I doubt not the other earths will afford similar results.

I have been able to obtain the bases of the Earths in your method from the neutral salts containing them, as well as from the moistened earths. Thus a globule of quicksilver placed upon moist muriate of barytes soon contains the metal of Barytes & so on for the other neutral earthy compounds.

I have read two papers on the decomposition of the Earths & the nature of their bases to the Royal Society; they are printing & I shall have the pleasure of transmitting you copies.

Your discovery of the amalgamation of the basis of ammonia has afforded me the highest degree of pleasure. The fact is not less new & unexpected than extraordinary & important. I have repeated your experiments with entire success: & I find that by placing the mercury upon moistened carbonate or muriate of Ammonia the result is obtained with great facility.

May not hydrogene and nitrogene be metals in the state of elastic vapour? Should this not be the case & your brilliant hypothesis of the composition of metals be true we may hope at some period for a rational Alchemy.

I trust you will pursue these most valuable researches.

It will always afford me the highest satisfaction to communicate with you on these new objects of Science.

I consider this letter as adressed in common to you & your worthy fellow labourer, Dr Pontin, to whom I must beg you to present my compliments.

I have the honour to be
with the highest respect
Sir, your obliged & ob[t] serv[t]

Humphry Davy.

For prof[r] Berzelius.

Die älteren Atomgewichte BERZELIUS', verglichen mit denjenigen DALTON's sowie mit den jetzt angenommenen.

	DALTON 1810[1])		BERZELIUS 1814[2])		BERZELIUS 1818[3])		Atomgewichts-kommission 1898[4])
	Original	Umgerechnet[5])	Original	Umgerechnet[5])	Original	Umgerechnet[5])	
	O = 7	O = 16	O = 100	O = 16	O = 100	O = 16	O=16
Aluminium	—	—	343	27.44	342.33	27.38	27.1
Antimon	40	139.1	1613	129.05	1612.9	129.03	120
Arsen	42?	72	839 9	134.4	940.77	75.25	75
Baryum	—	—	1709.1	136.7	1713.86	137.1	137.4
Beryllium	—	—	68.33[6])	10.93	66.256	10.6	9.1
Blei	95	217.1	2597.4	207.78	2589	207.12	206.9
Bor	—	—	73.27	11.71	69.655	11.145[7])	11
Calcium	—	—	510.2	40.81	512.06	40.96	40
Cerium	45	{102.8 / 154.2}	1148.8[8])	137.8	1149.44[8])	137.9	140
Chlor[9])	—	—	439.56	35.16	442.65	35.411	35.45
Chrom	—	—	708.05	56.6	703.64	56.29	52.1
Eisen	50	57.1	693.64	55.5	678.43	54.27	56

[1]) New System of Chemical philosophy, Part. II (1810) S. 546.

[2]) Försök att ...... grundlägga ett rent vettenskapligt system för mineralogien (1814), S. 85.

[3]) Bihang till tredje delen af Lärbok i Kemien, Tabell etc. (1818).

[4]) Berichte d. deutsch. Chem. Ges., Bd. 31 (1898), S. 2762.

[5]) Und, erforderlichen Falls, den jetzt angenommenen Formeln angepasst.

[6]) Im Original steht unrichtig 683.3.

[7]) Spätere Untersuchungen von BERZELIUS (1824) ergaben B = 11.01.

[8]) Das Ceroxyd (Oxidum cerosum) wurde CeO^2 geschrieben.

[9]) Von BERZELIUS damals noch MO^2 formuliert. M(uriaticum) = 139.56 bezw. 142.65.

	Dalton 1810		Berzelius 1814		Berzelius 1818		Kommission 1898
	O = 7	O = 16	O = 100	O=16	O = 100	O = 16	O=16
Fluor	—	—	(60)[1]	18.4[2])	(75.03)[1]	19[2])	19
Gold	140?	160	2483.8	198.7	2486	198.8	197.2
Jod	—	—	—	—	1566.7	128.2[3])	126.85
Kalium	—	—	978	39.12	979.83	39.19	39.15
Kobalt	55?	62.8	732.61	58.6	738	59.04	59
Kohlenstoff	5.4	12.3	74.91	11.98	75.33	12.05[4])	12
Kupfer	56	64	806.45	64.51	791.39	63.31	63.6
Lithium	—	—	—	—	255.63	10.25[5])	7.03
Magnesium	—	—	315.46	25.17	316.72	25.33	24.36
Mangan	40?	91.4	711.57	56.92	711.57	56.92	55
Molybdän	—	—	601.56	96.25	596.8	95.49	96
Natrium	—	—	579.32	23.17	581.84	23.27	23.05
Nickel	25	57.14	733.8	58.7	739.51	59.16	58.7
Palladium	—	—	1418	113.4	1407.5	112.6[6])	106
Phosphor	9	{ 25.7[7]) 27 }	167.512	26.8	392.3	31.38	31
Platin	100?	228.5	1206.7	193.07	1215.23	194.4	194.8

[1]) Atomgewicht des hypothetischen Fluoricums.

[2]) Nach der Gleichung: $2x - 16 = \frac{200 + A}{2} \cdot \frac{16}{100}$, wo x = Fluor und A = Fluoricum; vgl. Seite 156.

[3]) Siehe Seite 157. Berzelius' eigene Bestimmungen ergaben (1828) J = 126.28.

[4]) Nach Berzelius und Dulong (1820) C = 12.24.

[5]) Nach den Untersuchungen Arfvedson's.

[6]) Spätere Versuche (1828) ergaben im Mittel Pd = 105.9.

[7]) Siehe Roscoe und Harden, Dalton's Atomic Theory S. 83.

	Dalton 1810		Berzelius 1814		Berzelius 1818		Kommission 1898
	O=7	O = 16	O = 100	O = 16	O = 100	O = 16	O=16
Quecksilber	167	190.8	2531.6	202.5	2531.6	202.5[1]	200.3
Rhodium	—	—	1490.3	103.2[2]	1500.1	104[2]	103
Sauerstoff	7	16	100	16	100	16	16
Schwefel	13	29.7	201	32.16	201.16	32.185	32.06
Selen	—	—	—	—	495.91	79.34	79.1
Silber	100	114.3	2688.17	107.52	2703.21	108.12	107.93
Silicium	—	—	304.35[3]	32.46	296.42[3]	31.62	28.4
Stickstoff	5	{ 11.4[4] / 15 }	179.54[5]	14.36	175.63[5]	14.05	14.04
Strontium	—	—	1118.14[6]	89.4	1094.6	87.52	87.6
Tantal	—	—	—	—	(3646.16)[7]	—	183
Tellur	—	—	806.48	129.03	806.45	129.03	127
Uran	60?	—	3141.4[8]	—	3146.86[8]	—	239.5
Wasserstoff	1	1.14	6.636	1.0617	6.6338	1.0614	1.01
Wismut	68?	155.4	1774[9]	212.88	1773.8[9]	212.85	208.5
Wolfram	56?	128	2424.24	193.94	1207.69	193.2	184
Yttrium	—	—	(881.66)	—	(805.14)	—	89
Zink	56	64	806.45	64.51	806.45	64.51	65.4
Zinn	50	114.3	1470.59	117.6	1470.58	117.6	118.5

[1]) Nach Analysen von Sefström.

[2]) Das Rhodiumsesquioxyd wurde von Berzelius RO formuliert (Oxidum rhodosum).

[3]) Kieselsäure = SiO^3. Später (1826) fand Berzelius das Atomgewicht des Siliciums zu 277.5, woraus, wenn Kieselsäure = SiO^3 und O = 16, Si = 29.6 folgt.

[4]) Siehe Roscoe und Harden, Dalton's Atomic Theory, S. 83.

[5]) Den Stickstoff (Nitrogenium) fasste Berzelius damals als Suboxidum nitricum, NO, auf, d. h. als aus 1 Atom Nitricum = N = 79.54 bezw. 75.63 und 1 Atom Sauerstoff bestehend.

[6]) Im Original steht durch einen Druckfehler 1418,14.

[7]) Bekanntlich hielt Berzelius das Tantaltetraoxyd für das Metall.

[8]) Das Uranoxydul, UO^2, fasste Berzelius als metallisches Uran auf

[9]) Wismutoxyd = BiO^2.

Namenregister.

Acrel 16.
Adet 208.
Afzelius A. 10.
Afzelius J. 10—16, 19—21, 25, 30, 71—73.
Afzelius P. 14, 16, 70, 198, 203—205.
Ampère 126.
Arago 171.
Arfvedson 10, 188.
Aschan 28.

Banks 31, 63.
Baubigny 173.
Benedicti 1, 17.
Bergman 10, 25, 30, 52, 70, 74, 77, 78, 88, 99, 142, 161, 162, 195—198, 201, 205, 208.
Berlin 154.
Berthollet d. A. 94, 102, 103, 105, 120, 138, 139, 158, 182, 195.
Berthollet d. J. 122, 158.
Berzelius B. 1.
Berzelius D. 17.
Berzelius F. 3, 4.
Berzelius J. 1, 17.
Berzelius S. 1, 3.
Biot 171, 188.
Blomstrand 90.
Böckmann 121.
Bondt 23.
Borre 6.
Brande 217.
Brask 203.
Brisman 10.
Broling 73.
Bromander 3, 16, 17.
Bucholz 35, 36, 138, 139, 148, 149, 153, 155, 158, 162, 166, 167, 171.
Butini 161.

Carl XIII 48.
Carlisle 31, 35, 43, 63.
Chenevix 103, 159, 165.
Children 217.
Clement 158.
Cleve 2.
Cruickshank 36, 40, 43, 174.
Cuvier 115.

Dalton 139, 156, 168, 169, 178, 182—185, 187, 208, 209.
Davy H. 20, 21, 31, 36, 40, 46—54, 56, 61—65, 75, 80, 83, 86, 90, 94, 95, 100, 104—111, 115, 116, 120—123, 152, 156—158, 162—164, 166, 168, 190, 203, 205, 206, 215.

Davy J. 156.
Deimann 23.
De la Rive 60, 62.
Dennstedt 177.
Desormes 35, 158
Dolomieu 52.
Dulong 100, 115, 117—119, 128, 134, 158, 169, 171, 178, 188.
Dumas 134.

Ekeberg 13, 15, 16, 70, 72, 73, 198, 203—205.
Ekman 167.
Ekmarck A. 3, 4.
Ekmarck C. 9, 18, 71.
Ekström 28.
v. Engeström 73.
Erman 88, 200.

Fabbroni 31, 34.
Fabrin 28.
Faraday 64, 101.
Favre 173.
Fechner 64.
v Fersen 13.
Fischer 139.
Fourcroy 70, 94, 162, 195, 208.

Gadolin 29. 73.
Gahn 41, 73.
Galvani 18, 30, 32, 37, 55.
Gay-Lussac 104, 105, 108, 116, 126, 152, 158, 167—169, 176—181.
Geber 77.
Gehlen 139.
Geoffroy 208.
Girtanner 198.
Göttling 121.
Grotthuss 60.
Gustav IV Adolph 48.

Hagen 14, 71.
Haglund 5, 6.
Hagström 73.
Haldane 40, 62, 63.
Harden 183.
Hassenfratz 208.
v. Hauch 46.
Hedin 16, 18.
Henry 122.
Hess 139.
Hisinger d. Ä. 28.
Hisinger d. J. 15, 28, 34—36, 40, 41, 45—47, 51.
Hittorf 87.
Hjelm 73.
Hornstedt 5—8.
Hugo 48.
v. Humboldt 31, 34, 37.
Håkansson 1.

Jaquelin 173.
John 162.
Julin 73.

Kahlbaum 190.
Kirwan 161.
Klaproth 29, 138, 146, 148, 153, 156, 161, 162, 166.
Klemming 189.
v. Kobell 210, 212.
Kopp 51, 94, 101, 125, 138, 186, 210.
Kunkel 22.

Ladenburg 119, 139.
Lagerhjelm 171, 188.
Lampadius 158.
Laugier 146, 147.
Lauwerenburgh 23.
Lavoisier 20, 49, 52, 70, 72—80, 82, 85, 87, 89—96, 99—109, 113, 115, 119—121, 124, 128—134, 136—138, 164, 170, 174, 176, 190, 192, 193, 195—199, 201, 203—206.
Liebig 100, 128, 132, 181, 182, 213.
Lindblom 8.

LINNÉ 3, 4, 7.
LÖWIG 139.

MARIGNAC 154, 161, 173.
MARCET 159.
MEURLING 48.
v. MEYER 139.
MORVEAU 94, 128, 195–198.
MOSANDER 2, 14.
MURRAY AD. 13, 16.
MURRAY J. A. 16.

NAPOLEON I 47.
NEWTON 183.
NICHOLSON 31, 35, 43, 63.
NORLIN 155.

OAKES 49.
OBERKAMPF 157.
OSTWALD 44, 50, 149, 187.

PACCHIANI 102.
PELLÉTIER 52.
PETTERSSON 167.
PFAFF 34, 47.
v. D. PLAATS 173.
POGGENDORFF 213.
PONTIN M. C. 48.
PONTIN M. M. 2, 11, 14, 19, 48—51, 53, 71, 72, 120.
PRIESTLEY 21—23.
PROUST 94, 138, 139, 151, 155, 157, 159, 182.

QUENSEL 27.

RAMSAY 173.
RICHTER 29, 94, 138—143, 156, 157, 165, 166, 175.
RITTER 31, 32, 34, 35, 46, 58, 61, 63, 64.
ROBIQUET 158.
ROSCOE 183.
ROSE H. 34, 41, 189, 202.
ROSE V. 138, 139, 148, 157, 163, 167, 169.
ROTH 181.
ROUELLE 77.
RYDQVIST 2.

SAUSSURE 174.
SCHAEDLER 10.
SCHEELE 10, 30, 50, 70, 102, 104, 121, 162.
SCHERER 198.
SCHILLER 48.
SCHNEIDER 146.
SCHÖNBERG 170.
SCHULZENHEIM 28.
SCHWEIGGER 90, 139.
SEEBECK 51, 52, 54.
SEFSTRÖM 165.
SEUBERT 165.
SILJESTRÖM 2, 14, 15.
SIMON 35.
SJÖSTEEN E. D. 1.
SJÖSTEEN F. 3.
SJÖSTEEN J. 1.
SJÖSTÉN 20.
SMITH 139.
SPARRMAN 27, 70, 208.
STADION 215.
STAHL 77, 102.
STAS 154, 166, 167, 187, 188.
STROMEYER 168.
SULZER 34.
SVANBERG 155.
SYLVESTER 49.

THENARD 104, 105, 108, 116, 126, 152, 155, 156, 167, 176—181.
THOMSON 151, 156, 164, 178, 211.
THUNBERG 16.
TROOSTWYK 23.

Ullgren 189.

Vaccano 18.
Vauquelin 29, 47, 94, 158, 159.
Volta 18, 30, 31, 33, 34, 37, 38, 40, 55, 56, 58, 61—64.

Wachtmeister 189.
Wahlenberg 206.
Wallerius 9.
Wenzel 138—141, 150, 156, 167.
Winterl 90.
Wöhler 128, 189.
Wollaston 63, 139, 183.

v. Yhlen 9.

Zamboni 63.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

III. Heft. Berzelius' Werden und Wachsen. 1779—1821. Von Dr. H. G. Söderbaum. XII, 228 Seiten, mit Berzelius' Jugendbildnis. 1899. M. 6.—, geb. M. 7.30.

Ausser Rose's akademischer Rede von 1851 besitzen wir in Deutschland noch keine Biographie des grossen Schweden, der durch seine Arbeiten und seine Schüler wie wenige zur Entwickelung der Chemie in Deutschland beigetragen hat. Die vorliegende Arbeit bringt nur die Entwickelungsgeschichte, da der Briefwechsel zwischen Berzelius und Wöhler, der Aufschluss über sein späteres Leben giebt, noch nicht benutzbar ist.

IV. Heft. Christian Friedrich Schönbein. 1799—1868. Ein Blatt zur Geschichte des 19. Jahrhunderts. I. Teil von Prof. Dr. Georg W. A. Kahlbaum. Etwa 200 Seiten mit Bildnis. 1899. M. 6.—, geb. M. 7.30.

Schönbein, dessen Name durch die Arbeiten über die Passivität des Eisens, durch die Entdeckung des Ozons und hauptsächlich durch die des Nitrofibrins (Schiessbaumwolle) wohlbekannt ist, wird noch nicht in seiner Bedeutung für die Entwickelung der Chemie, wie für die Entwickelung des ganzen 19. Jahrhunderts, so gewürdigt, wie er es verdient. Die vorliegende Monographie will dazu beitragen, seine Verdienste in das rechte Licht zu setzen.

V. Heft. Justus von Liebig und Christian Friedrich Schönbein's Briefwechsel 1853—1868. Herausgegeben von Prof. Dr. Georg W. A. Kahlbaum und Ed. Thon. Etwa 290 Seiten. 1900. M. 6.—, geb. M. 7.30

Der Briefwechsel bietet das Bild uneigennütziger, herzlicher Männerfreundschaft. Trotz der grossen Verschiedenheit des Wesens beider Männer verband sie doch die Liebe zum Gegenstand ihrer Wissenschaft und das Streben, einen Teil des Wirkens und Schaffens der Natur dem Verständnis näher zu bringen. Daher wirkt der Briefwechsel unmittelbar auf den Leser und bietet ihm ausser einem ästhetischen Genuss, Einblicke in die Gedankenarbeit der beiden congenialen Forscher.

VI. Heft. Christian Friedrich Schönbein. 1799—1868. Ein Blatt zur Geschichte des 19. Jahrhunderts. 2. Teil von Prof. Dr. Georg W. A. Kahlbaum und Fr. Schaer. Etwa 200 Seiten, mit Bildnis. 1900. M. 6.—, geb. M. 7.30.

Im gleichen Verlage erschienen:

KAHLBAUM, GEORG, W. A., Siedetemperaturen und Druck in ihren Wechselbeziehungen. Studien und Vorarbeiten. VIII, 154 Seiten u. 15 lithogr. Tafeln. 1885. M. 10.—

——— ——— **Eine Spitzbergenfahrt.** Plaudereien. 120 Seiten. 1896. M. 2.—

Höchst anziehende und geistreiche Plaudereien über Erfahrenes und Gesehenes auf einer Fahrt nach dem hohen Norden. Am meisten werden das Interesse des Lesers die Seiten fesseln, die über den Besuch bei dem kühnen Nordpolsegler André handeln. Der Autor traf ihn mit der Füllung seines Ballons beschäftigt, und voller Hoffnung, in wenigen Tagen aufsteigen zu können, was die Windrichtung dann aber erst im nächsten Jahre erlaubte.

Das Büchlein ist höchst geeignet, dem Leser ein paar verlorene Stunden verkürzen zu helfen.

——— ——— **Mythos und Naturwissenschaft** unter besonderer Berücksichtigung der Kalewala. Ein Vortrag. VIII, 48 Seiten. 1898. M. 1.—

Eine interessante Studie für Naturwissenschaftler, Sprachforscher und Philologen. Es ist darin zum ersten Male versucht worden, die Mythen verschiedener Völker, der Inder, Finnen, Deutschen, Griechen u. s. w., auf ihre naturwissenschaftliche Bedeutung hin zu untersuchen.

EBERT, H., Anleitung zum Glasblasen. 2. völlig umgearbeitete Auflage. VIII, 104 Seiten mit 58 Fig. 1895. M. 2.—

Chemiker-Zeitung: Die Erfahrungen, welche der Verfasser sowohl beim Glasblasen wie beim Unterricht gesammelt hat, haben ihn auf den fruchtbaren Gedanken gebracht, die Anleitung zum Glasblasen in die Form eines systematischen, aus fünf Übungsstufen bestehenden Unterrichtskursus zu bringen, welcher alle im Laboratorium gewöhnlich zur Anwendung kommenden Glasbläserarbeiten berücksichtigt... Die Darstellung ist knapp und überaus klar und lässt überall erkennen, dass der Verfasser, welcher es in seiner Wissenschaft zu hohem Ansehen gebracht hat, auch in der Kunst des Glasblasens Meister ist. Wir wünschen dem Werkchen eine weite Verbreitung und sind überzeugt, dass kein Chemiker und Physiker es unbefriedigt aus der Hand legen wird.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.



